การพัฒนาแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

THE DEVELOPMENT OF SHOE PAD FROM PARA RUBBER MIXED WITH MANGOSTEEN PEEL

วิภาภรณ์ เสือพ่วง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การพัฒนาแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

วิภาภรณ์ เสือพ่วง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด The Development of Shoe Pad from Para Rubber Mixed with Mangosteen Peel
ชื่อ – นามสกุล	นางสาววิภาภรณ์ เสือพ่วง
สาขาวิชา	เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์สุภา จุฬคุปต์, Ph.D.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ศาสตราจารย์ปานฉัตท์ อินทร์คง, ปร.ด.
ปีการศึกษา	2564

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาคร ชลสาคร, Ph.D.)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สุทัศนีย์ บุญโญภาส, M.A.)

.....กรรมการ
(ศาสตราจารย์ปานฉัตท์ อินทร์คง, ปร.ด.)

.....กรรมการ
(อาจารย์สุภา จุฬคุปต์, Ph.D.)

คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาคร ชลสาคร, Ph.D.)
วันที่ 27 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2564

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด
ชื่อ – นามสกุล นางสาววิภาภรณ์ เสือพ่วง
สาขาวิชา เทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สุภา จุฬคุปต์, Ph.D.
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ศาสตราจารย์ปานฉัตท์ อินทร์คง, ปร.ด.
ปีการศึกษา 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่มีความเหมาะสมในการทำแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด เพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

วิธีการวิจัยโดยศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด ปัจจัยที่ศึกษาคือปริมาณเปลือกมังคุดที่ใช้ในการเสริม โดยแปรเป็น 3 ระดับคือ 40, 50 และ 60 phr และขนาดอนุภาคของเปลือกมังคุดบด โดยแปรเป็น 2 ระดับคือ 80 และ 100 เมช วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จะได้ทั้งหมด 6 สูตร และทำการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางจุลินทรีย์ ได้แก่ การทดสอบค่าความหนืด (Mooney Viscosity) การทดสอบค่าการคงรูปของแผ่นยาง การทดสอบสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย เมื่อได้สูตรที่เหมาะสมที่สุดแล้วขึ้นรูปแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภค จำนวน 50 คน ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

ผลการวิจัยพบว่าสูตรที่เหมาะสมในการทำแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุดได้แก่ สูตรที่ 6 ซึ่งใช้ปริมาณผงมังคุด 60 กรัม ความละเอียด 100 เมช ผสมกับสูตรยางพารา มีค่าความหนืด (Mooney Viscosity) ที่ 45.5 มิลลิเมตร เป็นค่าที่ดีที่สุด ค่าการคงรูปของแผ่นยางใช้เวลา 4.39 นาที ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพของการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย พบว่า มีการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียได้ดีที่สุด และผลการสำรวจความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ พบว่า การลดกลิ่นอับในรองเท้ามีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.50)

คำสำคัญ: ยางพารา เปลือกมังคุด พื้นรองเท้า

Thesis Title	The Development of Shoe Pad from Para Rubber Mixed with Mangosteen Peel
Name – Surname	Miss Vipaporn Suapuang
Program	Home Economics Technology
Thesis Advisor	Mrs. Supa Chulacupt, Ph.D.
Thesis Co – advisor	Professor Panchat Inkong, Ph.D.
Academic Year	2021

ABSTRACT

The objectives of this research were to study the suitable formula for producing shoe pads from Para rubber mixed with mangosteen peel, to test the physical properties and efficacy of fungi and bacteria inhibition of the developed shoe pads from Para rubber mixed with mangosteen peel, and to survey consumers' satisfaction on the developed shoe pads from Para rubber mixed with mangosteen peel.

The research method was to study the suitable formula for the production of shoe pads from Para rubber mixed with mangosteen peel. The factors studied were the mangosteen peel quantity used for supplementation, which were converted into 3 levels: 40, 50 and 60 phr, and the mangosteen peel particle sizes, which were converted into 2 levels: 80 and 100 mesh. Factorial in CRD experiment was planned. A total of 6 formulas were deployed as well as physical and microbial analysis, including Mooney viscosity test, rubber sheet vulcanization test, physical property, and efficacy of fungi and bacteria inhibition tests. After the most suitable formula was achieved, the shoe pads from Para rubber mixed with mangosteen peel were molded, followed by the satisfaction assessment of 50 consumers in Bangkok and its vicinities.

The results showed that the suitable formula for making shoe pads from Para rubber mixed with mangosteen peel was formula 6, using the amount of 60 grams of mangosteen powder, 100 mesh resolution, mixed with the rubber formula. The viscosity (Mooney viscosity) of 45.5 mm was the best value. The vulcanization of the rubber sheet took 4.39 minutes. The physical property and efficacy of fungi and bacteria inhibition test showed that it had the best inhibition of fungi and bacteria. In terms of the product satisfaction survey, it revealed that the reduction of musty smell in the shoes had a high level of satisfaction ($\bar{X}$ = 4.50).

Keywords: Para rubber, mangosteen peel, shoe pads

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่องการพัฒนาแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุดฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดีอย่างสมบูรณ์ เนื่องจากได้รับความกรุณาและความอนุเคราะห์ของ ดร.สุภา จุฬคุปต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ศาสตราจารย์ ดร.ปานฉัตท์ อินทร์คง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาช่วยเหลือและเสียสละเวลาให้คำปรึกษาและคำแนะนำข้อเสนอแนะตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้ทำการศึกษาวิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร ชลสาคร ประธานกรรมการสอบ รองศาสตราจารย์ สุทัศนีย์ บุญโญภาส ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรวัลภ์ อุปถัมภานนท์ ประธานหลักสูตรคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่ให้ความกรุณาชี้แนะแนวทางการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และให้คำแนะนำ ตลอดจนข้อสังเกตต่างๆ ทำให้เกิด การพัฒนาแนวความคิดและไตร่ตรองปัญหาได้อย่างรอบคอบ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ของเนื้อหาอย่างครบถ้วน

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว พระคุณครู-อาจารย์ ที่ให้การสนับสนุนและประสิทธิประสาทวิชาความรู้ให้และขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังว่างานที่ค้นคว้าจะมีประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจ หากงานวิทยานิพนธ์ขาดตกบกพร่องหรือไม่สมบูรณ์ประการใดผู้วิจัยขอกราบขออภัยมา ณ ที่นี้

วิภาภรณ์ เสือพ่วง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... (3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... (4)
กิตติกรรมประกาศ..... (5)
สารบัญ..... (6)
สารบัญตาราง..... (8)
สารบัญรูป..... (9)
บทที่ 1 บทนำ..... 11
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 11
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย..... 12
1.3 สมมติฐานการวิจัย..... 12
1.4 ขอบเขตของการวิจัย..... 12
1.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย..... 13
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 13
บทที่ 2 วรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 14
2.1 ยางพารา..... 15
2.2 มังคุด..... 32
2.3 ความเป็นมาและความสำคัญของรองเท้า..... 38
2.4 ปัญหาของโรคเท้า..... 44
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 49
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 51
3.1 วัตถุดิบและสารเคมี..... 51
3.2 วัสดุ-อุปกรณ์..... 51
3.3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 52
3.4 ระยะเวลาในการทดลอง..... 59
3.5 สถานที่ทำการวิจัย..... 59

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล..... 60
4.1 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด..... 60
4.2 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด..... 60
4.3 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด..... 64
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ..... 67
5.1 สรุปผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด..... 67
5.2 สรุปผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด..... 67
5.3 สรุปผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด..... 68
5.4 ข้อเสนอแนะ..... 68
บรรณานุกรม..... 69
ภาคผนวก..... 72
ภาคผนวก ก แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภค..... 73
ภาคผนวก ข กระบวนการดำเนินการทดลอง..... 76
ภาคผนวก ค เอกสารการเผยแพร่..... 82
ประวัติผู้เขียน..... 85

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการขึ้นรูปพื้นรองเท้า..... 53

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบลักษณะที่ปรากฏและการทดสอบทางกายภาพของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุดทั้งหมด 6 สูตร..... 61

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย..... 63

ตารางที่ 4.3 ผลการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นผู้บริโภค..... 64

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด..... 66

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ต้นยางพารา..... 15
รูปที่ 2.2 พระยารัษฎานุประดิษฐ์ มหิศรภักดี..... 16
รูปที่ 2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของยางพารา (ก) ต้นยางพารา (ข) น้ำยางพารา และ (ค) แผ่นยางดิบ..... 17
รูปที่ 2.4 ลักษณะของต้นยางพารา..... 18
รูปที่ 2.5 รากต้นยางพารา..... 19
รูปที่ 2.6 ลำต้นยางพารา..... 20
รูปที่ 2.7 ใบยางพารา..... 21
รูปที่ 2.8 ช่อดอกยางพารา..... 22
รูปที่ 2.9 ผลยางพารา..... 23
รูปที่ 2.10 เมล็ดยางพารา..... 24
รูปที่ 2.11 น้ำยางพารา..... 24
รูปที่ 2.12 ยางแท่ง Standard Thai Rubber 20 (STR 20)..... 28
รูปที่ 2.13 ยางแท่ง Standard Thai Rubber 5 (STR 5)..... 28
รูปที่ 2.14 ยางแผ่นรมควัน..... 30
รูปที่ 2.15 น้ำยางข้น..... 31
รูปที่ 2.16 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมังคุด (ก) ต้นมังคุด (ข) ดอกมังคุด และ (ค) ผลมังคุด..... 33
รูปที่ 2.17 เปลือกมังคุด..... 36
รูปที่ 2.18 ส่วนประกอบรองเท้า..... 38
รูปที่ 2.19 พื้นรองเท้าส่วนกลาง..... 39
รูปที่ 2.20 พื้นรองเท้าด้านนอก..... 39
รูปที่ 2.21 พื้นรองเท้าด้านใน..... 40
รูปที่ 2.22 ส่วนรองรับส้นเท้า..... 40
รูปที่ 2.23 โครงสร้างกระดูกของเท้า..... 43
รูปที่ 3.1 กราฟแสดงลักษณะการคงรูปของยาง (Cure Characteristic) มี 3 ลักษณะ
(ก) กราฟที่แสดงค่าสูงสดแล้วคงที่เป็นเส้นราบ (Flat Curve หรือ Plateau Curve)
(ข) กราฟที่แสดงค่าสูงสุดแล้วลดลง (Reverting Curve)
(ค) กราฟที่แสดงค่า เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการทดสอบ (Marching Curve)..... 55
รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นยางพาราผสมเปลือกมังคุด..... 57
รูปที่ 3.3 ผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด..... 58

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ ข.1 (ก) การชั่งเตรียมสารเคมี (ข) การชั่งเตรียมยางพารา (ค) สารเคมี สูตรที่ 1 และ (ง) สารเคมีสูตรที่ 2, 3, 4, 5 และ สูตรที่ 6..... 77
รูปที่ ข.2 (ก) บดผสมสารเคมีเข้ากับยางพารา และ(ข) แผ่นยางที่บดผสมสารเคมี..... 78
รูปที่ ข.3 (ก) แผ่นยางสูตรที่ 1 (ข) แผ่นยางสูตรที่ 2 (ค) แผ่นยางสูตรที่ 3 (ง) แผ่นยางสูตรที่ 4 (จ) แผ่นยางสูตรที่ 5 และ (ฉ) แผ่นยางสูตรที่ 6..... 79
รูปที่ ข.4 (ก) อุ่นบล็อกด้วยเครื่องอัดไฮดรอริก (ข) แผ่นยางเคมีเรียงใส่บล็อก (ค) บล็อกเข้าเครื่องอัดไฮดรอริก (ง) บล็อกเข้าเครื่องอัดไฮดรอริก และ (จ) แผ่นยางที่นำออกจากบล็อก..... 81
รูปที่ ข.5 ผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด..... 81

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันแต่ละปีมีการเกิดปัญหาเปลือกมังคุดเหลือทิ้งเป็นจำนวนมากจากโรงงานผลไม้แปรรูป โดยเฉพาะช่วงเดือน มีนาคม ถึง พฤษภาคม จะเป็นช่วงที่มังคุดออกผลผลิตเป็นจำนวนมากหลังจากการแปรรูปแล้ว ก็จะเหลือเปลือกมังคุดที่เป็นปัญหาขยะอย่างมาก และส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นการก่อให้เกิดมลพิษ และเกิดภาวะโลกร้อนด้วยเหตุนี้ จึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเปลือกมังคุด เพื่อที่จะทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยการศึกษาสมบัติของเปลือกมังคุด พบว่า เปลือกมังคุดมีคุณประโยชน์และสรรพคุณด้านการรักษาโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเปลือกมังคุด ซึ่งมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรคต่างๆ โดยพบสารแทนนิน *(Tannin)* และสารแซนโทน *(Xanthones)* ในปริมาณสูง ซึ่งมีสรรพคุณทางการรักษาและช่วยยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย โดยที่สารแทนนินมีฤทธิ์สมานแผลช่วยให้แผลหายได้เร็วยิ่งขึ้น และสารแซนโทนมีฤทธิ์ ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบจากการติดเชื้อ ยับยั้งเซลล์มะเร็ง และฆ่าเชื้อก่อโรคทางเดินระบบหายใจร้ายแรงได้ [1] นอกจากสรรพคุณทางการแพทย์แล้วในวงการเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด พบว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุดได้ไปเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในการเป็นตัวช่วยดับกลิ่นตัว และบรรเทาอาการของโรคผิวหนัง รักษาสิวฝ้า ซึ่งก็ให้ผลดีและเป็นที่นิยมของผู้บริโภคในปัจจุบัน

ยางพาราเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย และได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของคนเราเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากยางพาราได้นำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยางได้หลากหลาย แล้วยางพารามีสมบัติพิเศษกว่าวัสดุธรรมชาติอื่นๆ คือ ยางพาราจะทำให้อ่อน ให้นุ่ม ยืดหยุ่นหรือแข็งถึงขนาดใช้แทนโลหะบางชนิดก็ได้ เก็บน้ำได้ อัดลมไว้ได้ ไม่รั่ว และยังเป็นฉนวนไฟฟ้า และทำประโยชน์ได้มากมายหลายอย่าง เช่น ยางรถยนต์ เครื่องมือแพทย์ ตุ๊กตายาง ผ้ายางกันน้ำ ลูกบอล และเสื้อกันฝน เป็นต้น [2]

จากที่กล่าวไว้ผู้วิจัยจึงมีแนวคิด นำเปลือกมังคุดมาผสมกับยางพารา เพื่อช่วยฟื้นฟูเศรษฐกิจยางพาราให้กับประเทศ และสามารถสร้างรายได้ให้กับชาวสวนยางมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก ยางพารามีราคาตกต่ำทำให้เกษตรกรสวนยางพาราได้รับความเดือดร้อนจากผลกระทบราคายางพาราตกต่ำ ซึ่งจากข้อมูลการยางแห่งประเทศไทย พบว่า ราคายางพารา ในช่วง 5 ปี ที่ผ่านมา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2558 ถึง 2562 ราคายางลดลงร้อยละ 16 [3] ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงเกิดความตระหนักถึงปัญหา จึงคิดพัฒนาแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด เพื่อนำไปพัฒนาต่อยอดในอนาคตเป็น ผลิตภัณฑ์พื้นรองเท้าเพื่อสุขภาพ เหมาะกับผู้ป่วยที่เป็นโรคเท้า เช่น โรคเชื้อราที่เท้า โรคเท้าเหม็น เป็นต้น ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดแผล และปัญหาของแผลที่เท้าที่พบบ่อยในผู้เป็นเบาหวาน ในการนี้ผู้วิจัยจึงศึกษาสมบัติเปลือกมังคุดและยางพารามาเป็นส่วนผสมในการทำผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้ายางพาราเปลือกมังคุด โดยการนำผงเปลือกมังคุดบดจนละเอียดมาเป็นสารตัวเติมและช่วยลดต้นทุนในการทำผลิตภัณฑ์ และนำมาผสมกับเนื้อยางพารา แล้วทำการศึกษาการขึ้นรูปของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด และพัฒนา

รูปแบบผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์พื้นรองเท้าเพื่อสุขภาพ สามารถยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคเท้า สามารถช่วยเหลือชาวสวนยางในการพัฒนาและยกระดับราคายางพาราด้วยการสร้างนวัตกรรมทางผลิตภัณฑ์ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

1.2.2 เพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

1.2.3 เพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

1.3 สมมติฐานการวิจัย

ปริมาณและขนาดของเปลือกมังคุดมีผลต่อประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

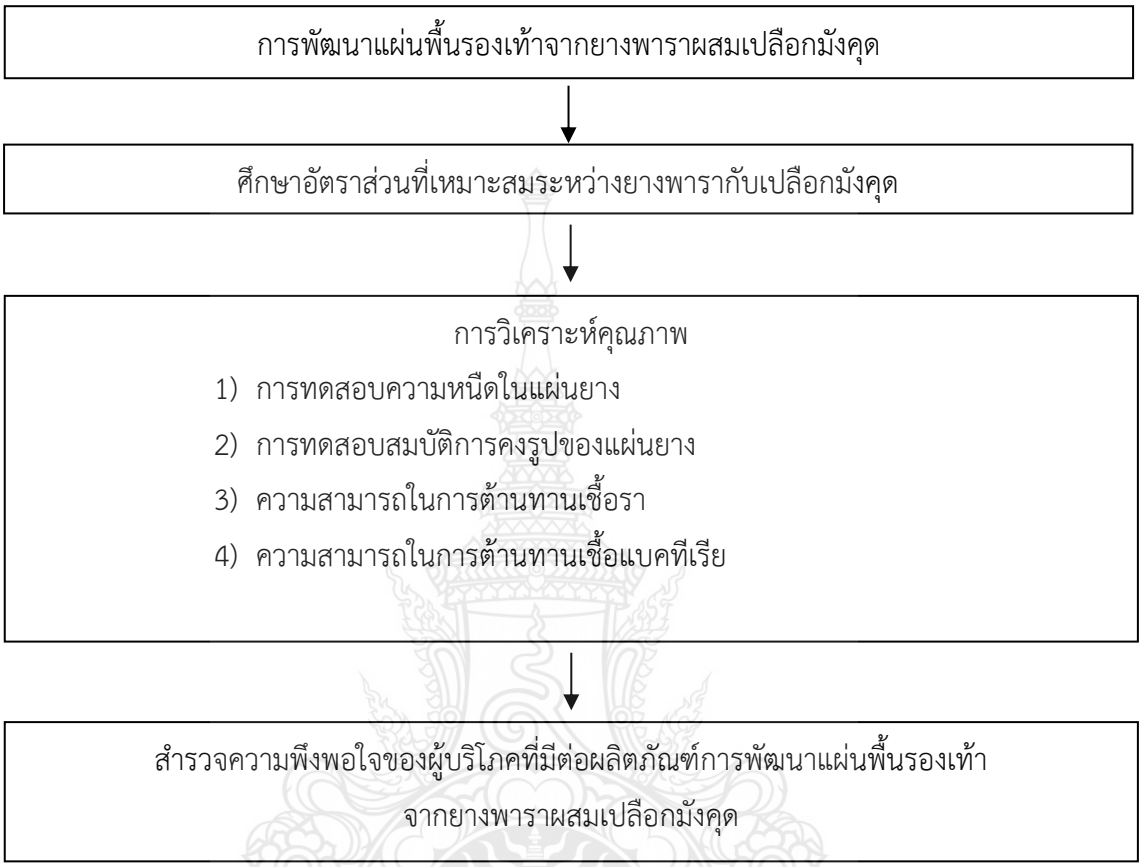
1.4.1 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด จำนวน 6 สูตร

1.4.2 ทดสอบสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

1.4.3 สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

1.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษากรอบแนวคิดวิจัยได้ศึกษาและกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้



1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้สูตรยางที่เหมาะสมในการผลิตแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

1.6.2 ทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพในการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย ของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

1.6.3 ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์การพัฒนาแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุดมาก

1.6.4 แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุดสามารถต่อยอดเป็นแผ่นพื้นรองเท้าเพื่อสุขภาพที่หมาะกับบุคคลที่เป็นโรคเท้าหรือโรคเบาหวานที่เกิดแผลกดทับหรือแผลติดเชื้อที่เท้า

บทที่ 2
วรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด ทดสอบสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ยางพารา
- 2.1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับยางพารา
- 2.1.2 การนำยางพาราเข้ามาในประเทศไทย
- 2.1.3 ลักษณะของต้นยางพารา
- 2.1.4 ส่วนประกอบต้นยางพารา
- 2.1.5 ความสำคัญของยางพารา
- 2.1.6 การพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์ยางพารา

2.2 มังคุด
- 2.2.1 ประวัติความเป็นมาของมังคุด
- 2.2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมังคุด
- 2.2.3 สรรพคุณของมังคุด
- 2.2.4 ฤทธิ์ของมังคุดทางเภสัชวิทยา
- 2.2.5 การแปรรูปมังคุด
- 2.2.6 มังคุดในประเทศไทย

2.3 ความเป็นมาและความสำคัญของรองเท้า
- 2.3.1 พื้นรองเท้า
- 2.3.2 รองเท้า
- 2.3.3 ความสำคัญรองเท้า
- 2.3.4 ความสำคัญเท้า

2.4 ปัญหาของโรคเท้า
- 2.4.1 ปัญหาโรคเท้าที่พบในผู้ป่วยเบาหวาน
- 2.4.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดแผลที่เท้า
- 2.4.3 ชนิดของแผลที่เท้าในผู้ป่วยเบาหวาน
- 2.4.4 ผลกระทบจากแผลที่เท้าของผู้เป็นเบาหวาน
- 2.4.5 รองเท้าและอุปกรณ์เสริมที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ยางพารา

2.1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับยางพารา

ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา ยางพาราเป็นชนิดยางที่ได้มาจากต้นไม้เรียก ว่า ต้นยางพารา (เรียกตามภาษาพฤกษศาสตร์ว่า Hevea Brasiliensis) สามัญชนทั่วไป เรียกว่า ยางพารา หรือ ต้นยางพารา (Para Rubber) ทั้งนี้เพราะว่า เมื่อประมาณ 100 ปีมาแล้ว ยางชนิดที่กล่าวนี้ซื้อขายกันที่ เมืองพารา ประเทศบราซิล ทวีปอเมริกาใต้เพียงที่ เดียวเท่านั้น เพื่อสะดวกแก่การซื้อขายกันในครั้งนั้น จึงเรียกยางชนิดนี้ว่ายางพารา ในระยะนั้นมียางที่ได้จากต้นไม้อยู่หลายชนิด เช่น ยางแคสติลลาในอเมริกากลาง ยางฟันทุเมียจากแอฟริกา และยางอินเดียรับเบอร์ในเอเชียตอนใต้ ถิ่นเดิมของต้นยางพาราอยู่ในทวีปอเมริกาใต้ ส่วนใหญ่อยู่ในประเทศบราซิล ต้นยางพาราเป็นไม้ป่าขึ้นกระจัดกระจายอยู่ห่างๆ กัน ทั้งในที่ดอน และที่ลุ่มของแม่น้ำอเมซอน จนถึงประเทศเปรู ชาวพื้นเมืองคือ ชาวอินเดียนแดงในแถบอเมริกาใต้ และอเมริกากลางรู้จักยางมานานแล้ว และได้นำเอามาใช้ทำประโยชน์มาหลายร้อยปี ก่อนที่ชาวยุโรปจะไปพบโลกใหม่ หรือที่เรียกว่าทวีปอเมริกา ซึ่งเป็นถิ่นเดิมของต้นยางพารา ชาวอินเดียนแดงได้ใช้ยางทำลูกบอล ทำผ้ากันฝน และทำถุงเก็บน้ำปากแคบ เป็นต้น

ชาวยุโรปเพิ่งจะรู้จักยางพาราเมื่อครั้งที่ คริสโตเฟอร์ โคลัมบัส เดินทางไปอเมริกาครั้งที่ 2 ในระหว่างปี พ.ศ. 2036-2039 หลังจากนั้นได้มีการสำรวจ และได้นำเมล็ดยางพาราจากประเทศต่างๆ ในทวีปอเมริกาใต้ไปปลูกในประเทศอาณานิคมของอังกฤษ หลายๆ ประเทศ เช่น ศรีลังกา สิงคโปร์ และมาเลเซีย พืชที่สามารถให้น้ำยาง และสามารถนำมาใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้นั้น ได้แก่ ตระกูล *Euphorbiaceae Hevea spp*. มีถิ่นกำเนิดแถบลุ่มน้ำอเมซอนในประเทศบราซิล เพราะให้น้ำยางในปริมาณที่มากกว่า องค์ประกอบทางเคมีของน้ำยาง ความหนืดของน้ำยาง และอัตราการไหลของน้ำยางที่ดีเหมาะแก่การผลิตเพื่ออุตสาหกรรมในทุกพื้นที่ปลูก มีชื่อเรียกทั่วๆ ไปว่า ยางพารา (Para Rubber) ตามชื่อเมือง Para ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดในบราซิล หรือ Hevea Rubber ตามชื่อตระกูล ดังแสดงในรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 ต้นยางพารา
ที่มา : [4]

2.1.2 การนำยางพาราเข้ามาในประเทศไทย

เริ่มขึ้นตั้งแต่เมื่อครั้ง พระยารัษฎานุประดิษฐ์ มหิศรภักดี (คอซิมบี้ ณ ระนอง) ขณะที่ดำรงตำแหน่งเจ้าเมืองตรัง ได้นำยางพาราจากรัฐเปรัค ประเทศมาเลเซีย มาปลูกที่อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง ในระหว่างปี พ.ศ. 2442-2444 ซึ่งภายหลังท่านได้ส่งเจ้าหน้าที่ เช่น เจ้าเมือง นายอำเภอ กำนัน และผู้ใหญ่บ้าน ไปศึกษาวิธีการปลูกยางพารา และให้นำข้อมูลมาถ่ายทอดให้แก่ราษฎรที่มีความสนใจ ยางพาราได้กลายเป็นพืชเศรษฐกิจมาตั้งแต่ในอดีตรองลงมาจากการทำนาข้าว ทำรายได้ให้กับประเทศปีละนับหมื่นล้านพระยารัษฎานุประดิษฐ์ มหิศรภักดี จึงได้รับการยกย่อง และให้เกียรติว่าเป็นบิดาแห่งยางพาราไทย ดังแสดงในรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 พระยารัษฎานุประดิษฐ์ มหิศรภักดี
ที่มา : [4]

ยางพาราไทย เป็นพืชสำคัญทางเศรษฐกิจที่มีความผูกพันกับชีวิตของคนไทยมาตั้งแต่โบราณนับร้อยๆ ปี ด้วยคุณค่าและความสำคัญของยางพาราที่เป็นทั้งพืชที่รักษ์สิ่งแวดล้อม ยังเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ทำรายได้ให้กับประเทศรองลงมาจากข้าว ส่วนประกอบต่างๆ ของต้นยางพารา สามารถนำมาประดิษฐ์สร้างสรรค์ ให้เป็นผลิตภัณฑ์รักษ์ธรรมชาติ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น การนำใบยางมาประดิษฐ์เป็นงานหัตถกรรม ทำให้เกิดการร่วมมือ สามัคคีในชุมชน และยังทำให้เกิดรายได้ การนำเมล็ดยางพารามาสกัดเป็นน้ำมันไบโอดีเซล นอกจากจะได้ใช้ผลผลิตจากยางพาราที่ทำให้เกิดคุณค่ามหาศาลแล้ว ยังทำให้การลดการสั่งซื้อน้ำมันจากต่างประเทศ สร้างรายได้ให้แก่ชุมชนอีกทางหนึ่งด้วยประโยชน์หลากหลายของต้นยางพารา เป็นต้นไม้ที่มีคุณค่าทั้งทางเศรษฐกิจ และมีคุณสมบัติในการช่วยลดภาวะโลกร้อนได้โดยตรง จากการศึกษาของศูนย์วิจัยฉะเชิงเทรา พบว่า ยางพารามีคุณสมบัติสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ไม่น้อยกว่า 1.72 เมตริกตัน/ไร่/ปี ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่

ในการปลูกยาง กว่า 14.35 ล้านไร่ ซึ่งมีสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในอากาศ ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่ชั้นบรรยากาศได้ปีละไม่น้อยกว่า 16.54 เมตริกตัน [4] ดังแสดงในรูปที่ 2.3

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 2.3 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของยางพารา (ก) ต้นยางพารา (ข) น้ำยางพารา และ (ค) แผ่นยางดิบ

ที่มา : [4]

2.1.3 ลักษณะของต้นยางพารา

ต้นยางพารา เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ มีอายุยาวนานเป็นร้อยๆ ปี ขณะนี้ยังมีต้นยางป่าอายุมาก ในป่าลุ่มน้ำอเมซอนอีกเป็นจำนวนมาก ต้นที่เจริญเติบโตในประเทศบราซิล และในประเทศข้างเคียง ลำต้นวัดโดยรอบได้กว่า 3 เมตร บางต้นลำต้นโตถึง 5 เมตรก็มี สำหรับความสูงนั้น ถ้าเป็นต้นที่มีความสมบูรณ์ และอยู่ในที่ที่ระบายน้ำได้ดี จะมีความสูงถึง 40 เมตร แต่ต้นที่เอามาปลูกในแถบทวีปเอเชียมีขนาดเล็กลงมาก ลำต้นของต้นที่ปลูกด้วยเมล็ดจะโตประมาณ 1 ถึง 2 เมตร และถ้าเป็นต้นติดตา ลำต้นจะโตไม่เกิน 1 เมตร ส่วนความสูงก็ลดลงเหลือเพียงประมาณ 15 ถึง 20 เมตรเท่านั้น ต้นยางมีเปลือกที่น้ำยางจะไหลออกได้หนาประมาณ 6.5 ถึง 15 มิลลิเมตร ทรงต้นที่สมบูรณ์มักจะสูง ชะลูด กิ่งแยกมักแยกตั้งขึ้นไปประมาณ 45 องศา จากลำต้น ใบมักจะรวมเป็นพุ่มที่ส่วนปลายของกิ่ง แต่ละก้านใบแยกออกเป็น 3 ใบ แต่ละใบใน 3 ใบ กว้างประมาณ 5 ถึง 10 เซนติเมตร และยาวประมาณ 10 ถึง 20 เซนติเมตร ในทางพฤกษศาสตร์ได้จัดให้ต้นยางพาราอยู่ในวงศ์ ยูฟอร์เบียซีอี (Family Euphorb laceae) ในสกุลฮีเวีย (Genus Hevea) ชนิดบราซิไลเอ็นซิส (Species Brasiliensis) ต้นยางฮีเวียมีประมาณ 20 ชนิด แต่ปรากฏว่า ฮีเวียบราซิไลเอ็นซิส (Hevea Brasiliensis) เป็น ชนิดที่ให้น้ำยางมากที่สุด และเนื้อยางก็มีคุณสมบัติทางวิทยาศาสตร์ดีกว่ายางชนิดอื่นๆ จึงปลูกกันแต่พันธุ์ฮีเวียบราซิไลเอ็นซิส ซึ่งเรียกว่า ต้นยางพารา ดังแสดงในรูปที่ 2.4 [5]

รูปที่ 2.4 ลักษณะของต้นยางพารา
ที่มา : [5]

ต้นยางพาราชอบขึ้นในดินร่วน ซึ่งมีการระบายน้ำใต้ผิวดินดี และดินนั้นควรมีความเป็นกรดมี pH ระหว่าง 4-5.5 ต้องการฝนพอสมควร ขนาดปีละประมาณ 2,000-2,500 มิลลิเมตร หรือประมาณ 80-100 นิ้ว เฉลี่ยตกได้สม่ำเสมอกันในทุกเดือนได้มากเท่าใดยิ่งดี เพราะยางพาราต้องการความชื้นสูง อุณหภูมิอยู่ในระดับ 75-80 องศาฟาเรนไฮต์ จึงเหมาะที่จะปลูกในระหว่างเส้นขนาน 28 องศาเหนือ และ 28 องศาใต้ เช่นเดียวกันกับที่ขึ้นอยู่ในอเมริกากลาง และอเมริกาใต้อันเป็นถิ่นเดิม ไม่ควรปลูกในที่สูงกว่า ระดับน้ำทะเล 1,000 ฟุต รากของต้นยางมีรากแก้วค่อนข้างตื้น ลึกลงไปไม่เกิน 1.5-2 เมตร มีรากเล็กแผ่หากินไปตามผิวดินเป็นส่วนใหญ่ ที่ใดมีลมจัดมักจะล้มง่าย ต้นยางพาราทั้งที่ปลูกด้วยเมล็ด หรือต้นติดตา จะกรีดเอาน้ำยางได้ตั้งแต่อายุ 5-6 ปี ขึ้นไป ถ้ากรีดเปลือกด้วยความระมัดระวังจะกรีดหารายได้นานกว่า 30 ปี สาเหตุที่ชอบปลูกต้นยางพารากันมากก็คือ ต้นยางพาราให้ผลิตผลสม่ำเสมอทุกปี และให้น้ำยางได้ทุกวัน แต่จะต้องรู้จักถนอมกรีด เพื่อให้ได้น้ำยางมาก และนานปี สวนยางของประเทศไทยที่ปลูกอยู่ในปัจจุบันนี้ ส่วนใหญ่เป็นสวนยางสายพันธุ์เลว เพราะใช้เมล็ดที่เก็บจากโคนต้นทำพันธุ์ปลูกต่อๆ กันมาเป็นเวลาหลายสิบปี แม้จะกระทั่งปัจจุบันนี้ ก็ยังมีเจ้าของสวนยางอีกจำนวนมากยังปลูกด้วยเมล็ด หรือต้นกล้าที่เก็บมาจากใต้ต้นยาง ต้นยางสายพันธุ์เลวให้ผลน้อยกว่าหลายเท่าถ้าเทียบกับต้นยางสายพันธุ์ดี ฉะนั้นในการปลูกสร้างสวนยางพารา จะต้องปลูกด้วยยางสายพันธุ์ที่ดี

2.1.4 ส่วนประกอบต้นยางพารา [6]

2.1.4.1 ราก (Roots) ยางพารามีเป็นระบบรากแก้ว (Tap Root System) ประกอบด้วยรากแก้ว (Tap Root) ที่มีความยาวโดยเฉลี่ยตามความลึกของดินประมาณ 2.5 เมตร ในต้นยาง อายุ 3 ปี ทำหน้าที่ยึดเกาะพยุงลำต้นยางพาราไม่ให้โค่นล้มเมื่อลมแรงและมีน้ำท่วม รากแขนง (Lateral Root) แตกแขนงออกมาจากชั้น Pericycle ของรากแก้ว มีความยาวเฉลี่ย 7-10 เมตร เจริญอยู่ในระดับผิวดินบริเวณทรงพุ่มทำหน้าที่ดูดยึดน้ำและธาตุสารอาหารส่งไปยังใบเพื่อขบวนการสังเคราะห์แสง ดังแสดงในรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 รากต้นยางพารา
ที่มา : [6]

2.1.4.2 ลำต้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ตามชนิดของวัสดุปลูก ลำต้นรูปกรวย (Cone) เป็นลำต้นชนิดหนึ่ง (Seedling Tree) เกิดจากการเพาะเมล็ดซึ่งจะเติบโตที่โคนลำต้นแล้วค่อยๆลดความสูงลง ลำต้นอีกชนิดหนึ่งคือลำต้นทรงกระบอก (Cylinder) ซึ่งเป็นลำต้นที่มีตา (Budded Stump) ลำต้นด้านล่างมีขนาดใหญ่มากในธรรมชาติจากจุดนี้ไปเป็นลำต้นที่มีขนาดเท่ากันเรียกว่า "เท้าช้าง" ราก ในระยะแรกของการเจริญเติบโต พบว่าปลายกิ่งทั้งสองมีใบเป็นเกล็ด ใช้สำหรับห่อใบอ่อนจากความเสียหาย ถัดมาเป็นหมู่ใบไม้ที่เรียงตามลำต้น เมื่อลำต้นโตขึ้นก็จะแตกแขนงออก ใบเป็นชั้นจะร่วงหล่นเป็นลำต้นเปล่า (Bare Trunk) ความสูงของลำต้นแตกต่างกันไปโดยเฉลี่ยประมาณ 2-2.5 เมตร ส่วนประกอบลำต้นที่เราจะใช้ในการสกัดน้ำยางรวมทั้งเปลือกคือซึ่งประกอบด้วย

1) เปลือกแห้ง (Corky Bark) เปลือกที่อยู่ส่วนนอกสุดของลำต้นมีสีน้ำตาลถึงดำ ไม่มีท่อน้ำยางอยู่ภายในเลย โดยทั่วไปเปลือกชั้นนี้มีความหนาประมาณร้อยละ 10 ของเปลือกทั้งหมด

2) เปลือกแข็ง (Hard Bark) อยู่ถัดจากเปลือกแห้งเข้ามา มีสีส้ม หรือสีน้ำตาลอ่อน

3) เปลือกอ่อน (Soft Bark) เป็นเปลือกชั้นในสุดถัดจากเปลือกแข็งเข้าไปเกือบใกล้เนื้อไม้ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อที่อ่อนนุ่ม มีชีวิต และหนาของเนื้อเยื่อลำเลียงอาหาร ภายในเป็นแหล่งสะสมอาหารจำนวนมาก เนื้อเยื่อจะติดต่อกันตลอดทั้งในลำต้น กิ่งก้าน และใบ อาหารที่มาสะสมคือน้ำยางนั่นเอง ซึ่งเรียกว่า Latex องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นน้ำ คอยควบคุมความเข้มข้นของน้ำยางในท่อน้ำยาง และช่วยรักษาความเต่ง สภาพสมดุลของท่อน้ำยางด้วย ชั้นเปลือกอ่อนมีความหนาแน่นของท่อน้ำยางสูง จึงทำให้ขนาดของท่อน้ำยางเล็กกว่าในชั้นเปลือกแข็ง

เปลือกของลำต้นที่ให้น้ำยางคือ Hard Bark และ Soft Bark มีความหนารวมกัน 10-11 มิลลิเมตร น้ำยางที่ได้เป็น Cytoplasm ที่อยู่ในท่อ หลังจากกรีดแล้วเปลือกจะเจริญได้เหมือนเดิมโดยใช้เวลา 7-8 ปี ดังแสดงในรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 ลำต้นยางพารา
ที่มา : [6]

2.1.4.3 ใบยางจัดเป็นใบประกอบเป็นใบปาล์ม และกลุ่มใบยางมีใบเลี้ยง 3 ใบ เรียกว่า Trifoliage Leaves ใบเลี้ยงแต่ละใบมีก้านใบที่มีความยาวเฉลี่ย 0.5-2.5 เซนติเมตร ซึ่งจะปะทุที่จุดเดียวกันที่ปลายก้านใบ Peteole ของใบยางพาราจะมีความยาวโดยเฉลี่ย 15 เซนติเมตร (2-70 เซนติเมตร) การเรียงตัวของใบเป็นชั้นแบบเกลียว (Spiral) เป็นใบที่เก่าแก่ที่สุดในกลุ่มใบ ย่อยมีขนาดใหญ่ที่สุดด้วยใบยาวและก้านใบและแผ่นใบหรือใบมีขนาดแตกต่างกัน โดยเฉลี่ยแล้วจะมีความกว้างครึ่งถึงหนึ่งในสามของทั้งใบ ช่อดอกและดอกเกิดมากมาย ดังแสดงในรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 ใบยางพารา
ที่มา : [6]

2.1.4.4 ช่อดอกมีลักษณะเป็นยางเป็นช่อหรือช่อแบบผสมในช่อดอกเดียวซึ่งตรงฐานของกลุ่มใบใหม่ ช่อดอกของยางพาราเป็นแบบ Compound Raceme หรือ Panicle ในช่อดอกหนึ่งๆ และช่อดอกมีหลายกิ่งออกเป็นแขนงย่อย ประกอบด้วย แกนใหญ่ของช่อเรียกว่า Main Axis แล้วมีการแตกแขนงของช่อดอกเป็นแขนงย่อยอีกมากมาย แขนงย่อยแรกที่แตกจาก Main Axis เรียกว่า Primary Branch แขนงย่อยที่ 2 แตกจาก Primary Branch เรียกว่า Secondary Branch อันเป็นที่ตั้งของก้านชูดอก (Peduncle และ Pedicel))การแตกแขนงของช่อดอกในลักษณะดังกล่าวจะลดหลั่นกัน มองดูแล้วคล้ายรูปสามเหลี่ยม ในช่อดอกจะประกอบไปด้วยดอก 2 ชนิดแยกกัน คือ

1) ดอกตัวเมีย (Pistillated Flowers) มีขนาดใหญ่ ตั้งอยู่ส่วนปลายสุดของแขน เกสรตัวเมียซึ่งประกอบด้วย รังไข่ 3 พู และยอดเกสรตัวเมียที่ไม่มีก้านชู (Sessile Stigma) มีลักษณะ 3 แฉก

2) ดอกตัวผู้ (Staminated Flowers) มีขนาดเล็ก อยู่ในกิ่งเดียวกันของช่อดอก ตั้งอยู่ตำแหน่งต่ำกว่าดอกเพศเมีย จะมีดอกตัวผู้ประมาณ 60-80 ดอกเป็นช่อ

หลังจากเจาะช่อดอกได้ 2 สัปดาห์ ช่อดอกจะพัฒนาเต็มที่ พร้อมบานดอกตัวผู้บานวันก่อนและร่วงในขณะที่ดอกตัวเมียที่บานสะพรั่งในช่วงต่อไปอาจบานได้ 3-5 วันดังแสดงในรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 ช่อดอกยางพารา
ที่มา : [6]

2.1.4.5 ดอกเพศเมียที่ใส่ปุ๋ยจะให้ผลเพียงร้อยละ 30-50 ในขณะที่ดอกที่ไม่ได้รับปุ๋ยจะร่วงหล่นหลังจากการปฏิสนธิ รังไข่พัฒนาเป็นผลภายใน 3 เดือน และผลสุกหลังจาก 3 เดือน ผลสุกมีขนาดใหญ่ แข็ง เส้นผ่านศูนย์กลาง 3-5 ซม. ประกอบด้วย 3 แฉก แต่ละเมล็ดมี 1 เมล็ด และชั้นกลาง (Mesocarp) จะนิ่ม และผลชั้นใน (Endocarp) จะแข็งและหนา เมื่อสุกผลด้านในจะถูกแบ่งออกเป็น 6 ส่วนและเมล็ดจะถูกยิงออกไป 15 หลา สีเขียวสุกมีสีน้ำตาลและแน่น ดังแสดงในรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 ผลยางพารา
ที่มา : [6]

2.1.4.6 เมล็ด (Seed) เมล็ดมีขนาดใหญ่วงรีถึงวงรีขึ้นอยู่กับความหลากหลาย เมล็ดมีความแน่น ยาว 2-3.5 x 1.5-3 เซนติเมตร และหนักประมาณ 3.6 กรัม เปลือกหุ้มเมล็ดแข็ง สีน้ำตาลอ่อน สีเทา มีจุดสีน้ำตาลเข้ม และส่วนท้องของเมล็ดจะกระจายเป็นระยะๆ ถัดมาเป็นรอยบากที่เชือกผูกไว้ทางอ้อมกับเมล็ดบนราวไม้ที่เรียกว่าราฟี รูปร่างของเมล็ดขึ้นอยู่กับการบีบตัวของผลที่มีเมล็ด ภายในเมล็ดอาหารจะสะสมในรูปของไขมันและไขมันสีขาวในขณะที่มีชีวิตอยู่ และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อเมล็ดสุก อาหารที่สะสมสามารถใช้สกัดน้ำมันสำหรับอุตสาหกรรมต่างๆ ขยะที่เหลือใช้เป็นอาหารสัตว์หรือปุ๋ย ชั้นของอาหารดังกล่าวก่อตัวขึ้นรอบๆ แกนของกล้าไม้ ซึ่งประกอบด้วยยอด รากอ่อน และใบเลี้ยง ซึ่งหากอยู่ในสภาวะที่เหมาะสม ก็จะยอมให้ต้นใหม่งอก เมล็ดยางที่ตกใหม่มีโอกาสงอกสูง แต่ภายใต้สถานการณ์ปกติ อัตราการงอกจะลดลงอย่างรวดเร็ว เมล็ดยางสามารถคงความงอกไว้ได้ประมาณ 20 วันเท่านั้นดังแสดงในรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 เมล็ดยางพารา
ที่มา : [6]

2.1.4.7 น้ำยาง (Rubber latex) น้ำยาง เป็นของเหลวสีขาวถึงขาวปนเหลืองขุ่นข้น อยู่ในท่อน้ำยางซึ่งเรียงตัวกันอยู่ในเปลือกของต้นยาง ในน้ำยางจะ มีส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 2 ส่วน คือส่วนที่เป็น "เนื้อยาง" และส่วนที่ "ไม่ใช่ยาง" ตามปกติในน้ำยาง จะมีเนื้อยางแห้ง ประมาณร้อยละ 25-45 ดังแสดงในรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 น้ำยางพารา
ที่มา : [6]

2.1.5 ความสำคัญของยางพารา

ยางพารามีความสำคัญแก่ประเทศไทยมาก เพราะเป็นสินค้าส่งออก ที่นำรายได้ให้แก่ประเทศไทย เป็นมูลค่าปีละประมาณ 4,000 ล้านบาท 1 ประชากร ที่ประกอบอาชีพการทำสวนยางพารา มีจำนวนประมาณ 2,000,000 คน นอกจากความสำคัญ ดังกล่าวแล้ว ยังช่วยให้เกิดโรงงานอุตสาหกรรมทำวัตถุยางสำเร็จรูป เช่น โรงงานทำยางรถยนต์ โรงงาน ทำรองเท้ายาง โรงงานทำของใช้และอะไหล่ต่างๆ เป็นจำนวน 200-300 โรงงาน ชาวยุโรปพวกแรกที่ไปพบชาวอินเดียนแดงในโลกใหม่ (อเมริกา) ใช้ยางเล่นเกม คือ คริสโตเฟอร์ โคลัมบัส (Christopher Columbus) และลูกเรือ เมื่อคราวเดินเรือไปอเมริกาเที่ยวที่ 2 ในระหว่างปี พ.ศ. 2036-2039 ลูกบอลที่กระดอนขึ้นลงได้ ทำให้เกิดความสนใจมาก จากนั้นก็มีชาวยุโรปไปพบ และได้นำตัวอย่างยางมาแต่ก็ทำอะไรไม่ได้ เพราะยางแข็งตัวแล้ว ผู้ที่ไปพบต้นยางและได้เขียนรายละเอียด เกี่ยวกับลักษณะของต้นยาง รวมทั้งการใช้ยางทำผ้า กันฝน ทำรองเท้า และทำขวดยาง คือ ชาวฝรั่งเศส ชื่อชารลส์ มารี เดอ ลา คองดามีน์ (Charles Marie De La Condamine) ซึ่งเดินทางไปสำรวจพื้นโลก ในแนวเส้นศูนย์สูตร ในปี พ.ศ. 2279-2287 ผ่านลุ่ม แม่น้ำอเมซอนขึ้นไปจนถึงประเทศเปรู ในปี พ.ศ. 2313 โจเซฟ พริสต์ลี (Joseph Priesly) นักเคมีชาว อังกฤษ ได้พบโดยบังเอิญว่า ยางก้อนที่เอามาจาก อเมริกามีคุณสมบัติพิเศษ ใช้ลบรอยดินสอดำได้ โดยกระดาษไม่เสียหาย จึงได้มีการตัดขายเป็นชิ้นเล็กๆ จำหน่ายในลอนดอนและปารีส เรียกว่า ยางลบหรือ รับเบอร์ (Rubber) และต่อมาชาวยุโรปจึงเรียกยางว่า รับเบอร์ จนติดปาก มี 2-3 ประเทศเท่านั้นเรียกอย่าง อื่น เช่น ฝรั่งเศสเรียกยางว่า คาอุต์ชุก (Caoutchouc) ตามภาษาพูดของอินเดียนแดงซึ่งแปลว่า ต้นไม้ร้องไห้ ในปี พ.ศ. 2366 ชารลส์ แม็คอินตอช (Charles Macintosh) ชาวสก๊อต ได้ผลิตเสื้อยางกันฝนออกจำหน่าย แต่เป็นเสื้อกันฝนที่ใช้ไม่ทน ในภาษาอังกฤษคำว่า แม็คอินตอช ได้กลายเป็นสามัญนาม แปลว่า เสื้อฝน ตลอดมาจนถึงปัจจุบัน ต่อมาในปีพ.ศ. 2363 โทมัส แฮนค็อก (Thomas Hancock) ชาวอังกฤษได้คิดเครื่องจักร ฉีกยางได้สำเร็จ ในทางประวัติศาสตร์ของการยางถือว่า โทมัส แฮนค็อก เป็น "บิดาแห่งอุตสาหกรรมยาง" อีกประมาณ 20 ปีต่อมา คือ ในปี พ.ศ. 2382 การพบอันยิ่งใหญ่ ที่ทำให้ยางมีประโยชน์แก่มนุษย์อย่างมาก คือการพบกรรมวิธีทำให้ยางคงรูปโดยชารลส์ กูดเยียร์ (Charles Goodyear) ชาวอเมริกัน โดยผสม กำมะถันและตะกั่วขาว แล้วอบความร้อน ยางจะไม่เหลว หรือเปราะการอบความร้อนให้คงรูป ต่อมาได้บัญญัติศัพท์เป็นภาษาอังกฤษว่า วัลคาไนเซชัน (Vulcanization) ต่อจากนั้นการค้นคว้าในด้านนี้ ได้ก้าวหน้าขึ้นไปเรื่อยๆ ควบคู่ไปกับความก้าวหน้าของวิทยาศาสตร์แขนงอื่นๆ โดยเฉพาะในด้านพลังงานได้รุดหน้าไปไกลมาก สามารถใช้พลังงานจากไอน้ำ รู้จักใช้พลังไฟฟ้าเดินเครื่องจักร เครื่องยนต์ เพื่อช่วยใน การสื่อสารและการคมนาคม การอุตสาหกรรมผลิตวัตถุสำเร็จรูปต่างๆ จึงได้ เริ่มขึ้น มีการสร้างรถจักรยาน และรถยนต์ในเวลาต่อมา ยางพาราได้ช่วยให้การคิดประดิษฐ์ต่างๆ มีความสำเร็จโดยสมบูรณ์และก้าวหน้าไปได้รวดเร็ว จึงกล่าวได้ว่า ยางพารามีส่วนช่วยพัฒนาโลกให้เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ยางพารามีคุณสมบัติพิเศษกว่าวัตถุธรรมชาติอื่นๆ คือ ยางพาราจะทำให้อ่อน ให้นุ่ม ยืดหยุ่นหรือแข็งถึงขนาดใช้แทนโลหะบางชนิดก็ได้ เก็บน้ำได้ อัดลมไว้ได้ ไม่รั่ว และยังเป็นฉนวนไฟฟ้า เนื่องจากยางพาราใช้ทำประโยชน์ได้อย่างมาก ความต้องการที่ใช้ยางเมื่อเกือบหนึ่งร้อยปีจึงเพิ่มมากขึ้น ในระหว่างปี พ.ศ. 2390-2420 หรือประมาณ 100 ปีมานี้ จึงได้มีการพยายาม ที่จะหาทางปลูกต้นยางให้มากขึ้น และได้มีการนำเมล็ดต้นยางพาราจากลุ่มน้ำอเมซอน มาปลูก

ในทวีปเอเชีย ในแหล่งที่มีดิน ฝน และความชื้น ใกล้เคียงกับถิ่นเดิมของต้นยางพารา คือ แผ่นดินที่อยู่ในระหว่างเส้นขนานที่ 28 องศาเหนือ และ 28 องศาใต้ ผู้ที่ได้รับเกียรติในการนำเมล็ดพันธุ์ ยางพารามาจากลุ่มน้ำอเมซอนอย่างเป็นล่ำเป็นสัน เมื่อปี พ.ศ. 2419 เป็นจำนวนถึง 70,000 เมล็ด คือ มร. เฮนรี วิคแฮม ซึ่งต่อมาได้รับบรรดาศักดิ์ "เซอร์" (Sir Henry A. Wickham) เมล็ดยางจำนวนนี้ ได้ส่งไปเพาะพันธุ์ที่อุทยานคิว (Royal Botanic Gardens, Kew) ในกรุงลอนดอน ได้เมล็ดงอกและชำไว้ประมาณ 2,000 ต้น ได้ส่งมายังประเทศศรีลังกา ในปี พ.ศ. 2419 ส่วนมากตายหมด ในปี พ.ศ. 2420 ได้ส่งมาที่สิงคโปร์ อีก 22 ต้น จากจำนวน 22 ต้นนี้ ได้แพร่พันธุ์เพิ่ม จำนวนขึ้นเรื่อยๆ ในปี พ.ศ. 2443 ปรากฏว่า ในเอเชียมีการปลูกต้นยางพาราขึ้น เป็นจำนวนถึง 10,000 กว่าไร่ และในราวปี พ.ศ. 2444 ถึง พ.ศ. 2445 ประเทศไทยก็ได้เริ่มปลูกสร้างสวนยางขึ้นด้วยเช่นกัน ในปัจจุบันกล่าวได้ว่า เป็นแหล่งปลูกยางที่ใหญ่ที่สุดในโลก คือ เอเชีย ส่วนที่ประเทศบราซิลมีการปลูกสร้างเป็นส่วนน้อยมาก ในปัจจุบันประมาณว่า มีเนื้อที่สวนยางพาราอยู่ในประเทศต่างๆ ดังนี้

1) ประเทศในทวีปเอเชีย ได้แก่ 8 ประเทศ ดังนี้ประเทศมาเลเซีย 12,623,450 ไร่ ประเทศอินโดนีเซีย 12,418,750 ไร่ ประเทศไทย 7,700,000 ไร่ ประเทศศรีลังกา 1,437,500 ไร่ ประเทศอินเดีย 1,268,750 ไร่ ประเทศเวียดนาม 625,000 ไร่ ประเทศกัมพูชา 300,000 ไร่ และประเทศอื่นๆ 701,550 ไร่

2) ประเทศในทวีปแอฟริกา ได้แก่ 6 ประเทศ ดังนี้ ประเทศไนจีเรีย 1,500,000 ไร่ ประเทศไลบีเรีย 668,750 ไร่ ประเทศคองโก 587,500 ไร่ ประเทศแคมเมอรูน 131,875 ไร่ ประเทศไอวอรีโคสท์ 75,000 ไร่ และประเทศอื่นๆ 99,375 ไร่

3) ประเทศในทวีปอเมริกาใต้ ได้แก่ 2 ประเทศ ดังนี้ประเทศบราซิล 125,000 ไร่ และประเทศอื่นๆ 34,375 ไร่ รวมเนื้อที่ปลูกยางทั้งสิ้น 40,296,875 ไร่

จากสวนยางทั้งหมดในประเทศดังกล่าว ในช่วงเวลานี้สามารถผลิตยางได้เพียง 4 ล้านตันต่อปีเท่านั้น แต่วันนี้โลกต้องการประมาณ 7 ล้านตัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ยางสังเคราะห์ที่ผลิตจากปิโตรเลียมมาช่วยในการจำนวนยางที่ใช้ทั่วโลกในแต่ละปีที่ 11 ล้านตัน ซึ่งประมาณร้อยละ 60 ใช้ในการทำยางรถยนต์ ยางรถอื่นๆ และอุปกรณ์ต่างๆ ปัจจุบันยางพาราได้ขยายตัวเพื่อช่วยในการทำการเกษตร การปลูกพืชผล และทุ่งเก็บเกี่ยว การเปิดป่าโล่งช่วยสร้างถนนเชื่อมการจราจร ช่วยผลิตอาหารและช่วยขนส่ง ประเทศเหล่านี้ทั้งหมดยังเป็นที่ต้องการสูงทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทย เนื่องจากแต่ละประเทศยังคงต้องการการพัฒนาหลายร้อยปี โลกจึงจำเป็นต้องใช้ยางเทียมมากขึ้นในอนาคต เนื่องจากยางธรรมชาติที่ได้จากต้นยางพารามีการเจริญเติบโตช้าและไม่สามารถให้ทันกับความต้องการที่เพิ่มขึ้นได้ [7]

2.1.6 การพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์ยางพารา

2.1.6.1 น้ำยางพาราสามารถนำไปผลิตเป็นสินค้าได้หลากหลาย และเป็นสินค้าที่สร้างรายได้ให้กับประเทศเป็นอย่างมาก มีการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศมานานหลายร้อยปี ปัจจุบันรัฐบาลได้มีการจัดตั้งโรงงานที่รับซื้อน้ำยางจากเกษตรกร และนำมาแปรรูปตามชนิดของยาง และผลิตภัณฑ์ต่างๆ ดังนี้

1) ยางแท่ง (Block Rubber) เป็นยางแปรรูปขั้นต้นที่ผลิตจากน้ำยางสดและและยางแห้ง โดยมีหลักการคร่าวๆ คือ เริ่มจากการนำยางแผ่นหรือเศษยางมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-3 มิลลิเมตร (ถ้าใช้น้ำยางสดต้องผ่านการจับตัวน้ำยางให้เป็นก้อนก่อน) เพื่อให้ง่ายต่อการชะล้างสิ่งสกปรก และง่ายต่อการทำให้แห้ง จากนั้นนำยางก้อนเล็กๆ มาล้างให้สะอาดด้วยน้ำแล้วทำให้แห้งด้วยความร้อน หลังจากที่ยางแห้งแล้วนำมาอัดให้เป็นแท่งขนาดมาตรฐาน 330x670x150/170 มิลลิเมตร น้ำหนัก 33.33 กิโลกรัม โดยที่ยางแท่ง 30 แท่ง มีน้ำหนักเท่ากับ 1 ตันพอดี ยางแท่งที่ผลิตได้ส่วนใหญ่นำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตยางล้อรถยนต์ สำหรับผลิตภัณฑ์ยางอื่นๆ เช่น สายพานต่างๆ ยางรองพื้น ยางรองคอสะพาน ยางกันกระแทก ยางรัดของ เป็นต้น

ประเทศไทยโดยสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดชั้นยางแท่งตามมาตรฐานยางแท่งที่เรียกว่า Standard Thai Rubber (STR) (เดิมเรียกว่า Technically Specified Rubber (TSR) เป็น 8 ชั้น คือ

(1) Standard Thai Rubber XL (STR XL)
(2) Standard Thai Rubber 5L (STR 5L)
(3) Standard Thai Rubber 5 (STR 5)
(4) Standard Thai Rubber 10 (STR 10)
(5) Standard Thai Rubber 20 (STR 20)
(6) Standard Thai Rubber 5 CV (STR 5 CV)
(7) Standard Thai Rubber 10 CV (STR 10 CV)
(8) Standard Thai Rubber 20 CV (STR 20 CV)

โดยพิจารณาแบ่งเกรดยางแท่งแต่ละชั้นจากปริมาณของสิ่งสกปรกที่มีอยู่ในยางเป็นสำคัญ และอาจพิจารณาตัวแปรอื่นร่วมด้วย เช่น ปริมาณเถ้า (Ash Content) ปริมาณสิ่งระเหย สี ความหนืด เป็นต้น ปัจจุบันประเทศผู้ซื้อเปลี่ยนมาใช้ยางแท่งทดแทนยางแผ่นรมควันมากขึ้น เนื่องจากยางแท่งมีการกำหนดคุณภาพเป็นมาตรฐานชัดเจนกว่ายางแผ่นรมควัน ทำให้ได้ผลผลิตที่ดีขึ้น นำไปแปรรูปได้ง่ายกว่าและขนส่งเคลื่อนย้ายโดยเครื่องจักรได้สะดวกกว่ายางแผ่นเนื่องจากมีขนาดมาตรฐาน

2) หน้าที่ยางแท่ง

(1) ยางแท่ง STR 20 สามารถนำไปผลิตอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้ ล้อรถยนต์, สายพานต่างๆ, ยางรองพื้น, ยางรองคอสะพาน, ยางกันกระแทก และอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 ยางแท่ง Standard Thai Rubber 20 (STR 20)
ที่มา : [8]

(2) ยางแท่ง STR 5L สามาถนำไปผลิตอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้ ล้อเครื่องบิน, ล้อยางเรเดียมทุกชนิด, พื้นรองเท้า, ยางรัดของ ลูกกอล์ฟ และอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.13 ยางแท่ง Standard Thai Rubber 5 (STR 5)
ที่มา : [8]

.

2.1.6.2 ยางแผ่นรมควัน (Rubber Smoke Sheet; RSS) เป็นยางแผ่นดิบที่นำไปรมควันในโรงรมยางเพื่อให้ แผ่นยางพาราแห้งสนิทกรรมวิธีการผลิตยางแผ่นรมควัน เริ่มจากการเก็บรวบรวมน้ำยางลงในถังเก็บรวบรวมน้ำยางแล้วกรองน้ำยางด้วยตะแกรง เบอร์ 40 และ 60 เพื่อนำเอาสิ่งสกปรกออก ตวงน้ำยางที่ผ่านการกรองแล้วใส่ในตะแกงที่สะอาด เติมน้ำสะอาดลงในตะแกงที่มีน้ำยางโดยใช้อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำยางกับน้ำในอัตราส่วน น้ำยาง:น้ำ (3:2) หรือเจือจางน้ำยางให้มีปริมาณเนื้อยางแห้งร้อยละ 12-18 หลังจากนั้นโดยการเติมกรด (โดยทั่วไปแล้วจะใช้กรดฟอร์มิกเจือจางร้อยละ 2 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ลงในน้ำยาง เพื่อให้ยางจับตัวกันและแยกออกจากน้ำ (หากขณะกวนน้ำยางแล้วมีฟองเกิดขึ้นให้ใช้ใบพายกวาดเอาฟองออกจากตะกงให้หมด เพราะฟองอากาศเหล่านี้เมื่อนำยางไปรมควันจะทำให้เกิดรอยจุดของฟองอากาศเกิดขึ้นบนแผ่นยาง) หลังจากนั้นนำแผ่นกั้นลูมิเนียมใส่ในร่องตะแกรงเพื่อแยกน้ำยางออกเป็นช่อง ระยะเวลาน้ำยางจับตัวประมาณ 30-45 นาที เมื่อยางจับตัวแล้วนำแผ่นยางจับตัวไปรีดเป็นแผ่นด้วยเครื่องรีดยางแผ่น (นำยางผ่านเครื่องรีด 3-4 ครั้ง เพื่อทำแผ่นยางมีความหนาประมาณ 3-4 มิลลิเมตร) นำยางแผ่นที่ผ่านการรีดมาล้างน้ำ เพื่อล้างกรดที่ตกค้างออก ทำให้แห้ง โดยการไปอบรมควันในห้องรมควันที่อุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 3-4 วัน ทั้งนี้ขึ้นกับความหนาและปริมาณของยางแผ่นที่บรรจุในโรงรม ยางแผ่นรมควันที่ได้จากการผลิตจะต้องมีการตรวจสอบ เพื่อทำการจัดชั้นของยางแผ่นรมควันด้วยสายตา (ตามปริมาณสิ่งสกปรกหรือสิ่งปนเปื้อนในยาง) ซึ่งสามารถแบ่งชั้นของยางแผ่นรมควันได้ทั้งหมด 6 ชั้น คือ ยางแผ่นรมควันชั้นพิเศษ (จัดเป็นเกรดที่ดีที่สุด) ถึงยางแผ่นรมควันชั้น 5 และขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตยางแผ่นรมควันคือ การอัดเป็นก้อนตามความต้องการของลูกค้ายางแผ่นรมควันยังไม่มีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ดังนั้นการจัดชั้นยางแผ่นรมควันอ้างอิงตามที่ระบุใน International Standard of Quality and Packing for Natural Rubber Grades (The GreenBook)1 ของ The Rubber Manufacturers Association, Inc การกำหนดชั้นยางแผ่นรมควันเป็น 6 ชั้น คือ

1) แผ่นยางรมควันชั้นพิเศษ (No. 1 X RSS)
2) แผ่นยางรมควันชั้น 1 (No.1 RSS)
3) แผ่นยางรมควันชั้น 2 (No.2 RSS)
4) แผ่นยางรมควันชั้น 3 (No.3 RSS)
5) แผ่นยางรมควันชั้น 4 (No.4 RSS)
6) แผ่นยางรมควันชั้น 5 (No.5 RSS)

โดยการพิจารณาแบ่งชั้นยางแผ่นรมควันแต่ละชั้นจากฟองอากาศ สิ่งสกปรก ความสม่ำเสมอของการรมควัน ด้วยวิธีการตรวจพินิจ การใช้ในประเทศยางแผ่นรมควันที่ผลิตได้ส่วนหนึ่งนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ยางในประเทศ เช่น ยางล้อสายพาน ท่อน้ำ รองเท้า อะไหล่รถยนต์ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.14

รูปที่ 2.14 ยางแผ่นรมควัน
ที่มา : [8]

2.1.6.3 น้ำยางข้น (Concentrated Latex) เป็นยางแปรรูปขั้นต้นที่ผลิตจากน้ำยางสด ซึ่งกรีดได้จากต้นยาง ในน้ำยางสดจะประกอบด้วยส่วนที่เป็นเนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content) เฉลี่ยประมาณร้อยละ 35 สารประกอบที่ไม่ใช่ยาง (Non-Rubber Compounds) ร้อยละ 5 และน้ำประมาณร้อยละ 60 น้ำยางสดจึงไม่เหมาะที่จะนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เนื่องจากมีปริมาณเนื้อยางต่ำ ดังนั้น จึงต้องนำน้ำยางสดมาทำให้เข้มข้นขึ้น ให้อยู่ในรูปของน้ำยางข้นที่มีเนื้อยางแห้งอย่างน้อยร้อยละ 60 ซึ่งโดยทั่วไป สามารถทำได้ 4 วิธี คือ

1) วิธีระเหยน้ำ (Evaporation)
2) วิธีทำให้เกิดครีม (Creaming)
3) วิธีปั่นแยก (Centrifuging) และ
4) วิธีแยกด้วยไฟฟ้า (Electrodecantation)

ซึ่งในประเทศไทยส่วนใหญ่ผลิตโดยใช้วิธีการปั่นแยกด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูง โดยขั้นตอนการผลิตเริ่มจากการเติมแอมโมเนีย *(NH3)* หรือแอมโมเนียร่วมกับ ซิงค์ออกไซด์ (*ZnO*) และเตตระเมทิลไธยูแรมไดซัลไฟด์ (*TMTD*) เข้าไปในน้ำยางสดเพื่อรักษาสภาพน้ำยาง จากนั้นนำไปปรับสมบัติต่างๆ ให้ได้ตามมาตรฐานที่ต้องการ ก่อนจะนำไปปั่นแยกยางออกจากส่วนที่เป็นน้ำโดยผ่านเครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วสูง (Centrifuging Machine) ซึ่งจะได้น้ำยางที่เรียกว่า “น้ำยางข้น” ที่มีเนื้อยางประมาณร้อยละ 60 นอกจากนี้ยังได้ส่วนที่เรียกว่าหางน้ำยาง เมื่อนำมาไล่แอมโมเนียออกแล้วปรับสภาพด้วยกรดซัลฟูริกแล้วนำไปผ่านกระบวนการรีดหรือตัดย่อย จะได้เป็นยางสกิมเครพหรือยางสกิมบล็อก น้ำยางข้นที่ผลิตได้นำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์จุ่มแบบพิมพ์ เช่น ถุงมือยาง ลูกโป่ง ถุงยางอนามัย หัวนมยาง และอุปกรณ์ทางการแพทย์ รวมถึงผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น เส้นด้ายยางยืด ท่อยาง เป็นต้น สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมได้แบ่งชนิดของน้ำยางข้นเป็น 5 ชนิด คือ

(1) ชนิด High Ammonia (HA) เป็นน้ำยางข้นจากการปั่นเหวี่ยง ซึ่งรักษาสภาพด้วยแอมโมเนียแต่เพียงอย่างเดียว และมีค่าความเป็นด่างไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.6 โดยน้ำหนักน้ำยางข้น

(2) ชนิด Low Ammonia (LA) เป็นน้ำยางข้นจากการปั่นเหวี่ยง ซึ่งรักษาสภาพด้วยแอมโมเนียร่วมกับ สารรักษาสภาพน้ำยางข้นชนิดอื่นๆ และมีค่าความเป็นด่างไม่เกินร้อยละ 0.29 โดยน้ำหนักน้ำยางข้น

(3) ชนิด Medium Ammonia (MA) เป็นน้ำยางข้นจากการปั่นเหวี่ยง ซึ่งรักษาสภาพด้วยแอมโมเนียร่วมกับสารรักษาสภาพน้ำยางข้นชนิดอื่นๆ และมีค่าความเป็นด่างร้อยละ 0.30 ถึงร้อยละ 0.59 โดยน้ำหนักน้ำยางข้น

(4) ชนิด High Ammonia (HA) ครีม เป็นน้ำยางข้นจากการแยกครีม ซึ่งรักษาสภาพด้วยแอมโมเนียแต่เพียงอย่างเดียว และมีค่าความเป็นด่างไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.55 โดยน้ำหนักน้ำยางข้น

(5) ชนิด Low Ammonia (HA) ครีม เป็นน้ำยางข้นจากการแยกครีม ซึ่งรักษาสภาพด้วยแอมโมเนียร่วมกับสารรักษาสภาพน้ำยางข้นชนิดอื่นๆ และมีค่าความเป็นด่างไม่เกินร้อยละ 0.35 โดยน้ำหนักน้ำยางข้น

น้ำยางข้นที่ผลิตในประเทศจะต้องผลิตภายใต้มาตรฐานคุณภาพ ตามข้อกำหนดมาตรฐานน้ำยางข้นไทย (มอก.980-2533) ที่กำหนดมาตรฐานคุณภาพและวิธีการตรวจสอบคุณภาพของน้ำยางไว้อย่างชัดเจน (ดูรายละเอียดข้อกำหนดมาตรฐานน้ำยางข้นในหัวข้อกฎระเบียบและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง) ดังแสดงในรูปที่ 2.15 [8]

รูปที่ 2.15 น้ำยางข้น
ที่มา : [8]

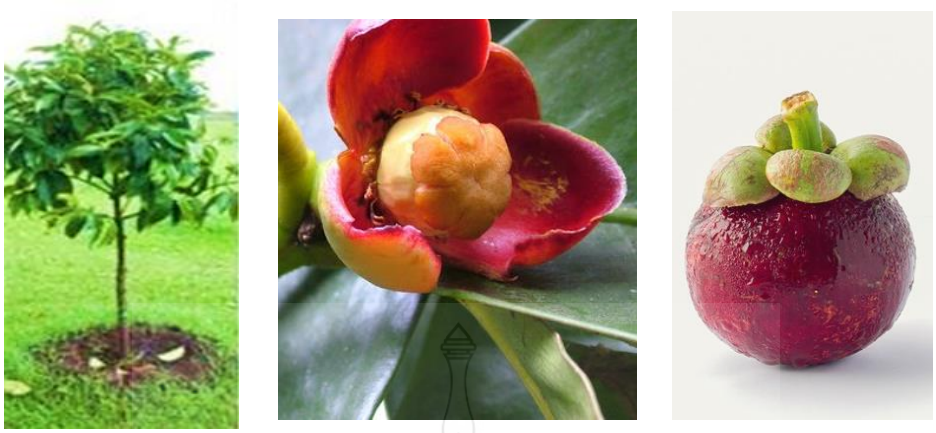
2.2 มังคุด

2.2.1 ประวัติความเป็นมาของมังคุด

มังคุดมีถิ่นกำเนิดของมังคุดอยู่ที่หมู่เกาะซุนดา และโมลุกกะ ประเทศอินโดนีเซีย หลังจากได้รับสายพันธุ์มาก็มีการเพาะปลูกกระจายออกไปหลายท้องที่ จังหวัดที่นิยมปลูกมังคุดทางภาคใต้ ได้แก่ ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ระนอง พังงา และนราธิวาส แต่ที่สายพันธุ์ดั้งเดิมที่ได้ชื่อว่ารสชาติดี ชื่อเสียงโด่งดังไปทั่วโลกและมีราคาสูงที่สุดในประเทศไทยคือ อำเภอคีรีวง จังหวัดนครศรีธรรมราช เนื่องจากเป็นที่ราบอยู่ในหุบเขา มีลำธารน้ำไหลผ่าน ทำให้มีสภาพอากาศเหมาะสมแก่การเพาะปลูกมังคุด ซึ่งจะมีทั้งทั้งมังคุดสวนและมังคุดเขา ที่มีลูกใหญ่ หูเขียว ผิวสวย มังคุด มีชื่อเรียกในภาษามลายูว่ามังกุสตาน (Manggustan) ภาษาอินโดนีเซียเรียกมังกีส ภาษาพม่าเรียกมิงกุทธี ภาษาสิงหลเรียกมังกุส เป็นพันธุ์ไม้ที่ไม่ผลัดใบเขตร้อนชนิดหนึ่ง เชื่อกันว่ามีถิ่นกำเนิดอยู่ที่หมู่เกาะซุนดาและหมู่เกาะโมลุกกะ แพร่กระจายพันธุ์ไปสู่หมู่เกาะอินดีสตะวันตกเมื่อราวพุทธศตวรรษที่ 24 แล้วจึงไปสู่ กัวเตมาลา ฮอนดูรัส ปานามา เอกวาดอร์ ไปจนถึงฮาวาย ในประเทศไทยมีการปลูกมังคุดมานานแล้วเช่นกัน เพราะมีกล่าวถึงในพระราชนิพนธ์เรื่องรามเกียรติ์ในสมัยรัชกาลที่ 1 นอกจากนั้น ในบริเวณโรงพยาบาลศิริราชยังเคยเป็นที่ตั้งของวังที่มีชื่อว่า "วังสวนมังคุด" ในจดหมายเหตุของราชทูตจากศรีลังกาที่เข้ามาขอพระสงฆ์ไทย ได้กล่าวว่ามังคุดเป็นหนึ่งในผลไม้ที่นำออกมารับรองคณะทูต

2.2.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมังคุด

มังคุดเป็นไม้ยืนต้น มีความสูง 10-12 เมตร ทุกส่วนมียางสีเหลือง ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม มีรูปไข่หรือรูปวงรีแกมขอบขนานกว้าง 6-11 เซนติเมตร ยาว 15-25 เซนติเมตร เนื้อใบหนาและค่อนข้างเหนียวคล้ายหนัง หลังใบเป็นสีเขียวเข้มเป็นมัน ท้องใบสีอ่อนกว่า ดอกเดี่ยวหรือเป็นคู่ ออกที่ซอกใบใกล้ปลายกิ่ง สมบูรณ์เพศหรือแยกเพศ กลีบเลี้ยงสีเขียวอมเหลืองติดอยู่จนเป็นผล กลีบดอกสีแดง ฉ่ำน้ำ ผลเป็นผลสด ค่อนข้างกลม เปลือกนอกค่อนข้างแข็ง แก่เต็มที่มีสีม่วงแดง ยางสีเหลือง มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4-6 เซนติเมตร เนื้อในมีสีขาวฉ่ำน้ำ อาจมีเมล็ดอยู่ในเนื้อผลได้ ขึ้นอยู่กับขนาดและอายุของผล จำนวนกลีบของเนื้อจะเท่ากับจำนวนกลีบดอกที่อยู่ด้านล่างของเปลือก เส้นผ่านศูนย์กลาง 3-5 เซนติเมตร เมล็ดไม่สามารถใช้รับประทานได้ ส่วนของเนื้อผลที่กินได้ของมังคุดเป็นชั้นเอนคาร์บอน ซึ่งพัฒนามาจากเปลือกหุ้มเมล็ดเรียกว่า Aril มีสีขาว มีกลิ่นหอม สารระเหยได้ส่วนใหญ่คือ Hexyl Acetate, Hexenol และ A-Copaene ส่วนล่างสุดของผลที่เป็นแถบสีเข้มที่ติดอยู่เรียงเป็นวงพัฒนามาจากปลายยอดเกสร ตัวเมีย (Stigma) มีจำนวนเท่ากับจำนวนเมล็ดภายในผลเมล็ดมังคุดเพาะยากและต้องได้รับความชื้นจนกว่าจะงอก เมล็ดมังคุดเกิดจากชั้นนิวเซลลาร์ ไม่ได้มาจากการปฏิสนธิ เมล็ดจะงอกได้ทันทีเมื่อออกจากผลแต่จะตายทันทีที่แห้ง ดังแสดงในรูปที่ 2.16 [9]



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 2.16 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมังคุด (ก) ต้นมังคุด (ข) ดอกมังคุด และ (ค) ผลมังคุด
ที่มา : [9]

มังคุดมีพันธุ์พื้นเมืองเพียงพันธุ์เดียว แต่ถ้าปลูกต่างบริเวณกันอาจมีความผันแปรไปได้บ้าง ในประเทศไทยจะพบความแตกต่างได้ระหว่างมังคุดในแถบภาคกลางหรือมังคุดเมืองนนท์ ที่ผลเล็ก ขั้วยาว เปลือกบาง กับมังคุดปักษ์ใต้ที่ผลใหญ่กว่า ขั้วผลสั้น เปลือกหนาปัจจุบันมีการเพาะปลูกและขายบนเกาะบางเกาะในหมู่เกาะฮาวาย ต้นมังคุดต้องปลูกในสภาพอากาศที่อบอุ่น หากอุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส จะทำให้ต้นมังคุดตายได้ [9]

2.2.3 สรรพคุณของมังคุด

ผลไม้ชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดในหมู่เกาะซุนดาและหมู่เกาะโมลุกกะ และยังเป็นผลไม้ที่นิยมอย่างมากในแถบเอเชีย โดยได้รับการขนานนามว่าเป็น ราชินีแห่งผลไม้ (Queen of Fruits) อาจเป็นเพราะลักษณะภายนอกของผลที่มีกลีบบนหัวคล้ายๆ กับมงกุฎของพระราชินี เป็นผลไม้ที่จัดว่ามีประโยชน์มากชนิดหนึ่ง โดยประโยชน์ของมังคุดไม่ได้อยู่แค่เนื้อที่เรานิยมรับประทานกันเท่านั้น เปลือกมังคุดก็มีประโยชน์มากมายในการรักษาโรค มังคุดมีสารแซนโทน (Xanthone) ในปริมาณมาก แม้จะมีส่วนช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดการอักเสบ ลดความดันโลหิต ช่วยต่อต้านการเกิดโรคมะเร็งและอาการแพ้ต่างๆ แต่ก็ยังขาดข้อมูลในการสนับสนุนว่ามังคุดจะสามารถรักษาอาการต่างๆ เหล่านี้ได้จริง ถึงแม้ยังไม่มีรายงานการศึกษาความเป็นพิษในมนุษย์ แต่ก็พบอาการไม่พึงประสงค์หลายอย่างในแต่ละบุคคล เช่น มีอาการผิวหนังบวมแดง เป็นผื่นคันขึ้นตามตัว ปวดศีรษะ ปวดบริเวณข้อ ปวดกล้ามเนื้อ ท้องเสีย ถ่ายเหลว ลำไส้แปรปรวน เป็นต้น

2.2.3.1 สรรพคุณของมังคุดในทางรักษาโรค ได้ดังนี้

1) มีส่วนช่วยป้องกันอาการไข้ (ไข้ระดับต่ำ)
2) ช่วยเสริมสร้างกระดูก และฟันให้แข็งแรง
3) ช่วยเพิ่มพลังงานแก่ร่างกายให้แข็งแรง เพิ่มความกระปรี้กระเปร่า

4) มังคุดรักษาสิว เปลือกมังคุดมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดสิว และยังช่วยออกฤทธิ์ต้านสิวอักเสบ

5) มีส่วนช่วยป้องกันการเกิดโรคซึมเศร้า และลดความเครียด

6) ช่วยป้องกันโรคสมองเสื่อมอัลไซเมอร์ พาร์กินสัน และโรคเกี่ยวกับระบบประสาท

7) การรับประทานมังคุดเป็นประจำจะช่วยส่งเสริมให้มีสุขภาพจิตดี และอารมณ์ดีอยู่เสมอ

8) สารสกัดจากมังคุดช่วยเสริมสร้างเม็ดเลือดขาวชนิดทีเอช 1 และทีเอช 17 มีฤทธิ์ช่วยกำจัด และป้องกันการก่อเกิดเซลล์มะเร็งเกือบทุกชนิดได้ดี

9) ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งชนิดต่างๆ เช่น เซลล์มะเร็งเม็ดเลือดขาว มะเร็งตับ มะเร็งเต้านม มะเร็งปอด และมะเร็งกระเพาะอาหาร

10) ช่วยในการขยายตัวของหลอดเลือด และลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ

11) ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและโรคเกี่ยวกับทางเดินหัวใจ

12) ช่วยลดความดันโลหิต

13) ช่วยรักษาโรคไทรอยด์เป็นพิษ

14) ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในร่างกาย และลดไขมันที่ไม่ดีในเส้นเลือด

15) มีส่วนช่วยและป้องกันการเกิดเนื้องอกในร่างกาย

16) มีส่วนช่วยป้องกันการเกิดโรคเบาหวาน ด้วยคุณสมบัติในการลดและควบคุมระดับน้ำตาล

17) มีส่วนช่วยและป้องกันการเกิดโรคภูมิแพ้

18) มีส่วนช่วยในการบรรเทาอาการของโรคหอบหืด

19) มีส่วนช่วยบำรุงและรักษาสายตา

20) ช่วยบำรุงสุขภาพช่องปากและเหงือกให้แข็งแรง

21) ช่วยรักษาและสมานแผลในช่องปากหรือปากแตกให้หายเร็วยิ่งขึ้น

22) ไฟเบอร์จากมังคุดช่วยในการย่อยอาหาร ป้องกันอาการท้องผูก

23) ช่วยบำรุงและฟื้นฟูความสมดุลภายในกระเพาะอาหาร ด้วยการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียซึ่งเป็นสาเหตุของอาการท้องร่วง จุกเสียด การเกิดแก๊สในกระเพาะ และการดูดซึมอาหารบกพร่อง

24) ช่วยให้ระบบทางเดินปัสสาวะอยู่ในสภาวะปกติ

25) มีส่วนช่วยและป้องกันการเกิดโรคนิ่วในไต

26) มีส่วนช่วยและป้องกันอาการตับเสื่อม และอาการไตวาย

27) ช่วยรักษาอาการข้อเข่าอักเสบ

2.2.3.2 ประโยชน์ของมังคุด

1) รับประทานแบบสดเป็นผลไม้ หรือทำเป็นน้ำผลไม้ เช่น น้ำมังคุด และน้ำเปลือกมังคุด

2) มีสารต่อต้านอนุมูลอิสระซึ่งมีส่วนช่วยในการชะลอวัย และการเกิดริ้วรอย

3) มีฤทธิ์ในการจับอนุมูลอิสระต่างๆ ได้มากกว่าผลไม้ชนิดอื่นๆ

4) ช่วยบำรุงผิวพรรณผุผองให้เปล่งปลั่งสดใส แข็งแรง

5) ช่วยเสริมสร้างระบบภูมิต้านทานให้แข็งแรง

6) ช่วยลดกลิ่นปากอันไม่พึงประสงค์

7) เปลือกมังคุดมีสารช่วยป้องกันเชื้อราจึงเหมาะแก่การหมักปุ๋ย

8) นำมาประกอบอาหารทั้งคาวและหวาน เช่น แกง ยำ มังคุดลอยแก้ว ซอสและมังคุด เป็นต้น

9) นำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ อย่าง มังคุดกวน แยมมังคุด มังคุดแช่อิ่ม ทอฟฟี่มังคุด

10) มังคุดมีสารจีเอ็ม-1 ซึ่งใช้เป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอาง สำหรับผู้มีปัญหาสภาพผิวเรื้อรังจากสิว และอาการแพ้

2.2.3.3 สรรพคุณของเปลือกมังคุดในทางรักษาโรค [10]

1) เปลือกของมังคุดมีสารแทนนินที่มีฤทธิ์ฝาด สมานแผล ทำให้แผลหายเร็ว ดังแสดงในรูปที่ 2.17

2) ช่วยต่อต้านและป้องกันการติดเชื้อแบคทีเรียบางชนิด เชื้อรา เชื้อจุลินทรีย์และไวรัสต่างๆ อย่างเชื้อวัณโรค เชื้อ HIV เป็นต้น

3) ช่วยลดอาการอักเสบ และมีฤทธิ์ต่อต้านเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิด โรคหนองใน (ใช้เปลือกเป็นตัวรักษา)

4) ช่วยยับยั้งการเกิดและใช้รักษาโรคผิวหนังต่างๆ อย่าง กลากเกลื้อน ผดผื่น อาการคันต่างๆ ด้วยการใช้เปลือกมังคุดแห้งต้มน้ำอาบ หรือใช้น้ำต้มเปลือกมาทาบริเวณที่มีอาการ

5) ใช้รักษาอาการน้ำกัดเท้า แผลเปื่อย ด้วยการใช้เปลือกแห้งฝนกับน้ำปูนใส

6) ช่วยแก้อาการท้องเสีย โดยการใช้เปลือกมังคุดตากแห้งต้มกับน้ำหรือย่างไฟ แล้วนำมาฝนกับน้ำปูนใส

7) ช่วยแก้อาการท้องร่วงเรื้อรัง อาการถ่ายเป็นมูกเลือด ด้วยการใช้เปลือกสด

8) นำมาแปรรูปเป็นสบู่เปลือกมังคุด ซึ่งมีคุณสมบัติช่วยดับกลิ่นกายต่างๆ รักษาสิวฝ้า บรรเทาอาการของโรคผิวหนัง

รูปที่ 2.17 เปลือกมังคุด

2.2.4 ฤทธิ์ของมังคุดทางเภสัชวิทยา

2.2.4.1 ฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของอาการท้องเสียและฤทธิ์แก้อาการท้องเสีย สารสกัดด้วยน้ำต้มจากเปลือกผลมังคุดมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุของท้องเสีย ได้แก่ โรคบิด อาหารเป็นพิษ อหิวาห์และไทฟอยด์ แต่การศึกษาบางแห่งพบว่าสารสกัดด้วยน้ำ เอทิลอัลกอฮอล์ร้อยละ 95 และไดเอทิลอีเทอร์ จากเปลือกผล ไม่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคบิด สารสกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์และเอทานอลจากเปลือกผลไม่มีฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดอาหารเป็นพิษ สารที่พบมากที่เปลือกคือ Tannin มีฤทธิ์ฝาดสมาน ช่วยแก้อาการท้องเสีย การใช้ทิงเจอร์จากเปลือกผลร่วมกับ Emetine จะช่วยลดอาการโรคบิด และลดขนาดยา Emetine ที่ต้องใช้ลง

2.2.4.2 ฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียและสารสำคัญในการออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ที่ชื่อ Neisseria gonorrhoeae ที่เป็นสาเหตุของการเกิดหนอง สารสกัดเปลือกมังคุดมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียอันเป็นสาเหตุของการเกิดหนองทั้งชนิดที่ไม่ค่อยดื้อยา และที่ดื้อยามาก โลชั่นที่ประกอบด้วยสารสกัดจากเปลือกผลมังคุดความแรงร้อยละ 0.75 และสบู่เหลวที่ประกอบด้วยสารสกัด ด้วยแอลกอฮอล์จากเปลือกผลความแรงร้อยละ 0.15 มีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียนี้เช่นกัน โดยคาดว่าฤทธิ์นี้เกิดจากสารสำคัญ Mangostin และอนุพันธ์ Mangostin จากเปลือกผล และ A-Mangostin จากเปลือกต้นเมื่อใช้ร่วมกัน จะมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ดื้อยานี้ และยังไวต่อเชื้อแบคทีเรียที่มักดื้อต่อยา Vancomycin ด้วย เมื่อใช้ A-mangostin ร่วมกับยา Gentamycin หรือ Vancomycin จะช่วยเสริมฤทธิ์ต้านเชื้อให้มากขึ้น

2.2.4.3 ฤทธิ์รักษาแผล Mangostin จากผลมังคุดมีผลรักษาแผลในหนูแรทได้ ครีม GM1 ซึ่งประกอบด้วยสารสกัดจากมังคุดมีคุณสมบัติใช้ในการรักษาแผลติดเชื้ออักเสบ และแผลเรื้อรังในผู้ป่วยเบาหวาน

2.2.4.4 ฤทธิ์ลดการอักเสบ สารสกัดจากมังคุดมีฤทธิ์ลดการอักเสบในหนูเม้าส์ และหนูแรท ที่ถูกเหนี่ยวนำให้อุ้งเท้าบวม โดยลดบวมได้ร้อยละ 45 ยางจากมังคุดที่ประกอบด้วย Xanthones

มากกว่าร้อยละ 75 มีฤทธิ์ลดการอักเสบ Mangostin, 1-Isomangostin และ Mangostintriacetate จากมังคุด เมื่อป้อนหรือฉีดเข้าช่องท้องหนูแรท จะมีผลระงับการอักเสบที่อุ้งเท้าหนู โดยสารทั้ง 3 ตัว ดังกล่าวไม่มีผลยับยั้งการหลั่งสารสื่อที่ทำให้เกิดการอักเสบและการแพ้ แต่สารสกัดด้วยเอทานอลร้อยละ 40 จากเปลือกผล ที่ขนาด 100 และ 300 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร สามารถยับยั้งการหลั่งสารสื่อนี้ได้ (นอกจากนี้ยังพบว่า G-Mangostin และ A-Mangostin มีฤทธิ์ยับยั้งการสร้างเอนไซม์ซึ่งทำหน้าที่สร้างสารสื่อที่ทำให้เกิดอาการอักเสบและปวด Mangostin และอนุพันธ์ที่ละลายน้ำได้อีก 2 ชนิด มีฤทธิ์ต้านการอักเสบของข้อ โดยยับยั้งที่บางขั้นตอนของกระบวนการอักเสบในเนื้อเยื่อโดยไม่ได้ยับยั้งอนุมูลอิสระ ซึ่งอาจไปทำลายเซลล์ใกล้เคียงอันเป็นส่วนประกอบของข้อได้ ครีม GM1 ซึ่งประกอบด้วยสารสกัดจากมังคุด มีฤทธิ์ต้านการอักเสบเป็น 3 เท่าของแอสไพริน [11]

2.2.5 การแปรรูปมังคุด

มังคุดสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ได้หลายชนิดเช่น

2.2.5.1 น้ำส้มสายชูมังคุด เป็นการหมักเนื้อมังคุดด้วยเชื้อ *Gluconobacter Oxydans* จะได้ปริมาณกรดน้ำส้มอยู่ระหว่างร้อยละ 4 ถึง 5 คุณภาพของน้ำส้มสายชูที่ได้จะมีสีตามธรรมชาติ มีกลิ่นหอมของกรดน้ำส้ม มีลักษณะใส ไม่มีหนอนน้ำส้ม สิ่งสกปรกหรือสิ่งเจือปนอันใด ไม่มีตะกอนจากตะกอนที่เกิดโดยธรรมชาติของน้ำส้มสายชูหมัก ผลิตภัณฑ์น้ำส้มสายชูมังคุดเพื่อสุขภาพ อุดมด้วยโพแทสเซียม ปริมาณ 97.8 มิลลิกรัม แคลเซียม 3.3 มิลลิกรัม แมกนีเซียม 13.7 ต่อ 100 กรัม และปริมาณกรดน้ำส้มร้อยละ 4.68

2.2.5.2 มังคุดไซเดอร์ เป็นเครื่องดื่มผลไม้ที่มีแอลกอฮอล์ต่ำ การผลิตไซเดอร์สามารถผลิตได้ 2 วิธี คือ แบบดั้งเดิมซึ่งเป็นการผลิตจากการหมักผลไม้ตามธรรมชาติโดยไม่มีการเติมยีสต์ อีกวิธีหนึ่งคือ การหมักผลไม้และเติมยีสต์เข้าไปเพื่อเร่งปฏิกิริยา การผลิตไซเดอร์จากมังคุดโดยวิธีการแบบดั้งเดิม คือหมักมังคุดตามธรรมชาติ คุณภาพของไซเดอร์จะขึ้นอยู่กับสี ความข่น ความเปรี้ยวความหวาน ความขม ความเค็มและกลิ่นรสผลไม้ รวมทั้งกลิ่นรสต่างๆ ที่เกิดจากการหมักด้วยเชื้อยีสต์ คุณลักษณะเหล่านี้มีผลทำให้ไซเดอร์เป็นที่นิยมของผู้บริโภค นอกเหนือจากการมีคุณสมบัติที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพแล้ว ไซเดอร์จากน้ำมังคุด ยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูงประกอบด้วยโพแทสเซียมสูงถึง 871 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2.5.3 มังคุดสำเร็จรูปชนิดเกล็ด เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์จากมังคุด เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มด้วยการใช้เนื้อมังคุดที่บดละเอียดมาทำการอบแห้งและแช่แข็งที่อุณหภูมิต่ำ (Freeze Dry) การทำผลิตภัณฑ์แช่แข็งอบแห้ง จะยังคงคุณค่าทางโภชนาการของมังคุดไว้อย่างครบถ้วน ประกอบด้วยโพแทสเซียม แมกนีเซียม และแคลเซียมในปริมาณสูงเมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ชนิดอื่น รวมทั้งคุณประโยชน์ที่ได้จากใยอาหารและคุณค่าที่ได้จากสารประกอบกลุ่มแซนโทนโดยธรรมชาติจากเนื้อมังคุดล้วนในปริมาณที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายผลิตภัณฑ์มังคุดเกล็ด สามารถชงละลายได้ทั้งน้ำร้อนและน้ำเย็นในปริมาณถ้วยละ 2 หรือ 3 ช้อนชาชงดื่มมังคุดเกล็ด 1 ซอง (60 กรัม) จะได้คุณค่าครบถ้วนของมุงคุดสด 300 กรัม

2.2.6 มังคุดในประเทศไทย เป็นประเทศที่ส่งออกมังคุดมากเป็นอันดับต้นๆ ของโลก ไปสู่ในหลายๆ ประเทศทั่วโลกเช่น สหรัฐอเมริกา จีน ญี่ปุ่น และเนเธอแลนด์ โดยมีมูลค่าการส่งออกปีละมากกว่า 1,500 ล้านบาท มังคุดที่ถูกส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศมีทั้งในรูปของผลสดและมังคุด

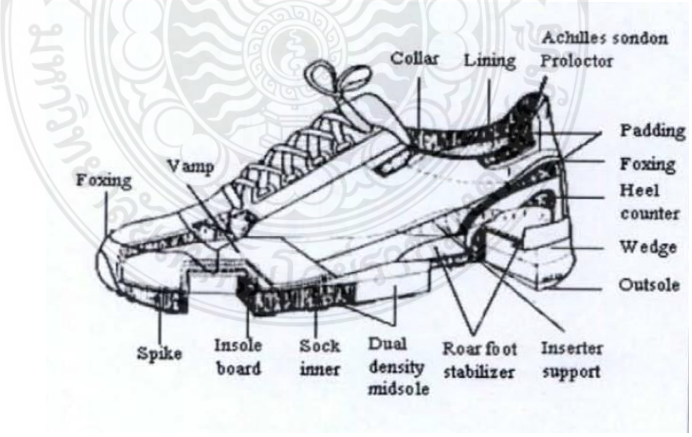
แปรรูป ภาคใต้จัดเป็นแหล่งปลูกมังคุดที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย สามารถผลิตมังคุดที่มีคุณภาพดีและมีรสชาติดีเมื่อเทียบกับมังคุดในภูมิภาคอื่นของประเทศ เนื่องจากมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จากการที่มังคุดมีเอกลักษณ์ทั้งในรูปร่างของผลที่สวยงาม และมีรสชาติที่หวานอมเปรี้ยว เป็นที่ชื่นชอบของทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศจนได้รับฉายาว่า Queen of Fruits ในปัจจุบันมังคุดจึงจัดเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพสูงในการส่งออกของประเทศไทย และในอนาคตมีแนวโน้มว่ามังคุดจะมีความสำคัญมากขึ้นอีกด้วย เนื่องจากว่าประเทศไทยได้ทำหารขยายตลาดการส่งออกมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศจีนซึ่งมีประชากรสูง ก็ให้ความสนใจกับไม้ผลชนิดนี้ด้วย [12]

2.3 ความเป็นมาและความสำคัญของรองเท้า

2.3.1 พื้นรองเท้า

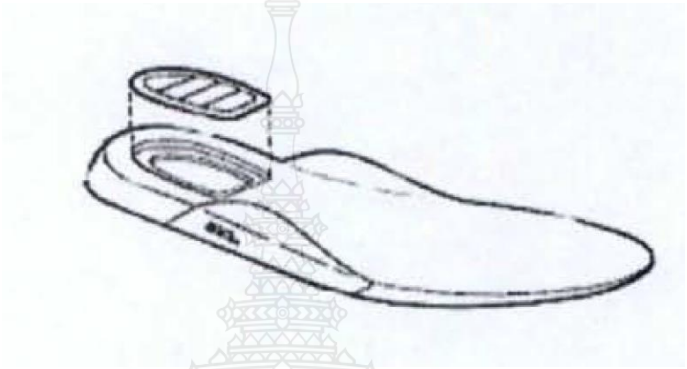
เท้าของมนุษย์จัดเป็นอวัยวะของร่างกายที่ทำงานหนักเป็นพิเศษ เนื่องจากต้องรับภาระน้ำหนักของร่างกายทั้งหมดในขณะที่เรายืนหรือเดิน และต้องรับน้ำหนักมากขึ้นหลายเท่าของน้ำหนักร่างกายในขณะที่เราวิ่งหรือเล่นกีพาบางประเภท ดังนั้นเท้าจึงมีโอกาสบาดเจ็บได้ง่าย เนื่องจากแรงกระแทกที่เกิดขึ้นในระหว่างการเคลื่อนไหวดังกล่าว การออกแบบรองเท้ากีฬาอย่างถูกต้องมีส่วนสำคัญที่จะช่วยให้ผู้สวมใส่รองเท้ารู้สึกสบาย และช่วยป้องกันการบาดเจ็บของเท้าที่อาจเกิดขึ้นได้ รวมไปถึงการป้องกันการฉีกขาดสึกหรอของรองเท้าอีกด้วย

2.3.1.1 รองเท้าส่วนใหญ่จะมีส่วนประกอบอยู่ประมาณ 15-20 ชิ้น แต่ละชิ้นจะให้วัสดุแตกต่างกันออกไปตามความเหมาะสม สมบัติของวัสดุที่ต้องนำมาพิจารณา ได้แก่ความยืดหยุ่น ความแข็งแรง ความทนทานต่อแรงอัดแรงกระแทกและความต้านทานการสึกกร่อน เป็นต้น ในที่นี้จะพิจารณาเป็น 5 ส่วนหลัก ได้แก่ พื้นรองเท้าส่วนกลาง พื้นรองเท้าด้านนอก พื้นรองเท้าด้านใน และส่วนรองรับส้นเท้า ดังแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 ส่วนประกอบรองเท้า
ที่มา : [13]

1) พื้นรองเท้าส่วนกลาง (The Midsole) พื้นรองเท้าส่วนกลางนับเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของรองเท้า บริเวณนี้จะเป็นส่วนที่ถูกแรงอัดแรงดึงอย่างมากซ้ำๆ กันในระหว่างการวิ่งและการเดิน วัสดุที่ใช้จึงต้องสามารถทนต่อแรงกระแทกได้ดี และมีความแข็งแรงสูง ส่วนใหญ่ทำจาก Ethylene Vinyl Acetate (EVA) สารประเภทพอลิเมอร์ที่ประกอบด้วย เอธิลีน, ไวนิล และอะซีเตต ส่วนประกอบทั้ง 3อย่างนี้ทำหน้าที่ต่างกัน เอธิลีนช่วยให้ขึ้นรูปง่าย ไวนิลเพิ่มความสามารถในการคืนตัว ส่วนอะซีเดตเพิ่มความแข็งแรงและความยืดหยุ่น ดังแสดงในรูปที่ 2.19



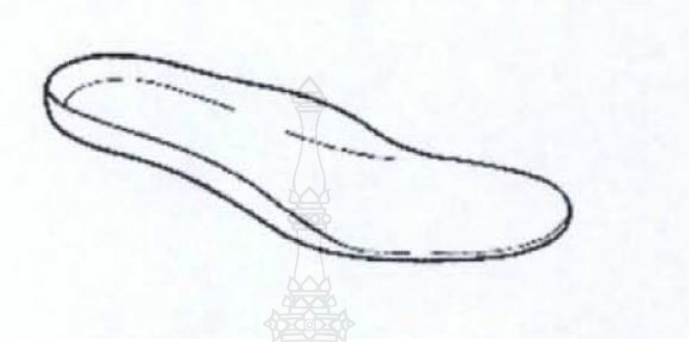
รูปที่ 2.19 พื้นรองเท้าส่วนกลาง
ที่มา : [13]

2) พื้นรองเท้าด้านนอก (The Outsole) พื้นรองเท้าด้านนอกเป็นส่วนของรองเท้าที่สัมผัสกับพื้นผิวที่วิ่ง การเดิน ดังนั้นจึงต้องมีความทนทาน ต่อการสึกกร่อนและเสียดสีที่ดี วัสดุที่นิยมใช้คือ ยางสไตรีน บิวทาไดอีน (Styrene Butadiene) หรือยางที่ทนการเสียดสีมากๆ อย่างเช่น Vibram's Infinity ซึ่งเป็นยางไฮเทคที่ใช้ในการทำยางรถแข่ง

ลายพื้นรองเท้า (Treads) อาจมีได้มากมายหลายรูปแบบไม่น้อยไปกว่ารูปแบบรองเท้า ลายพื้นรองเท้าทำหน้าที่ป้องกันการกระแทกและเสียดสี อีกทั้งทำให้รองเท้าเกาะพื้นดี ดังแสดงในรูปที่ 2.20

รูปที่ 2.20 พื้นรองเท้าด้านนอก
ที่มา : [13]

3) พื้นรองเท้าด้านใน (The Insole) พื้นรองเท้าด้านในเป็นแผ่นพอลิเอธีลีน ประกอบด้วย Polyethylene (PE) ที่หุ้มด้วยผ้าที่ซ้อนกันเป็นชั้นๆ พื้นรองเท้าที่ดีต้องทำให้ผู้ใส่รองเท้ารู้สึกพอดีและสบาย ไม่ให้ถูกกัดเป็นแผลพอง และป้องกันการกระแทกในระหว่างการเคลื่อนไหวจากส้นเท้าไปสู่นิ้วเท้า ดังแสดงในรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 พื้นรองเท้าด้านใน
ที่มา : [13]

4) ส่วนรองรับส้นเท้า (The Heel Counter) ส่วนรองรับส้นเท้า ทำหน้าที่รับน้ำหนักจากส้นเท้าเป็นส่วนแรก ในระหว่างการเคลื่อนไหวจากส้นเท้าไปสู่นิ้วเท้า ส่วนนี้จะทำจากวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและทนต่อแรงอัดหรือแรงกระแทก ได้มีการนำแผ่นเทอร์โมพลาสติก "สอดไส้" ช่วยทำให้รองเท้านี้มีความแข็งแรงมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีการรวมส่วนรองรับส้นเท้านี้เข้ากับพื้นรองเท้าส่วนกลางเพื่อเพิ่มความแข็งแรงด้วยก็ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.22 [13]

รูปที่ 2.22 ส่วนรองรับส้นเท้า
ที่มา : [13]

2.3.2 รองเท้า

มนุษย์รู้จักการใช้รองเท้าตั้งแต่ 7000 ถึง 8000 ปีก่อนคริสตกาล อย่างไรก็ตาม มีการค้นพบหลักฐานในเมืองโอเรกอน สหรัฐอเมริกาในปี 1938 มนุษย์รู้จักการใช้วัสดุรองเท้าเมื่อประมาณพันปีที่แล้ว แต่รองเท้าเคยถูกใช้มาก่อน นักมานุษยวิทยา Eric Trinkaus พบหลักฐานที่น่าสนใจว่ารองเท้าถูกใช้เมื่อ 26,000 ถึง 40,000 ปีก่อนเมื่อกระดูกนิ้วเท้าเริ่มหดตัว ในช่วงเวลาที่มนุษย์เดินเท้าเปล่า มีหลักฐานว่ามนุษย์มีกระดูกนิ้วเท้าที่ใหญ่กว่าตอนที่สวมรองเท้า รองเท้ารุ่นแรกสุดได้รับการออกแบบให้มีถุงคลุมเท้าเพื่อป้องกันอากาศหนาว การป้องกันการตัดด้วยหินและเศษเท้าได้เริ่มใช้หนังสัตว์เพื่อทำรองเท้ามากขึ้น และถูกใช้อย่างหนักในสภาพอากาศหนาวเย็นของยุคกลาง รองเท้าได้พัฒนาเป็นรองเท้าที่มีสายรัดหนังเพื่อให้กระชับเท้ามากยิ่งขึ้น ชาวยุโรปใช้รองเท้าเพื่อแสดงสถานะทางสังคมของพวกเขา นิ้วเท้าของเขายาวขึ้นและบางลง ช่างทำรองเท้าได้สร้างสรรค์รองเท้าดีไซน์ใหม่สำหรับคนรวยโดยเฉพาะในที่สุด รองเท้าก็ทำจากการเย็บและการขึ้นรูป ตั้งแต่ศตวรรษที่ 17 การทำรองเท้าหนังทั้งหมดใช้การเย็บติดกับพื้นรองเท้า ซึ่งปัจจุบันนี้ มาตรฐานนี้บ่งบอกถึงความประณีตในการตัดเย็บรองเท้า ศตวรรษที่ 20 เป็นต้นมา ซึ่งเป็นยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ ได้พัฒนาอย่างมากทั้ง เรื่องหนัง พลาสติกยาง ผ้าสังเคราะห์ อุตสาหกรรมการผลิตกาว ทำให้การผลิตรองเท้าเปลี่ยนจากเดิม ในปัจจุบันรองเท้าหนังยังเป็นรองเท้าที่มีราคาสูงเช่นในอดีต แต่รองเท้ากีฬาใช้หนังแท้ลดลง พื้นรองเท้าก็ใช้กาวมากขึ้นแทนการเย็บติด [14]

2.3.3 ความสำคัญรองเท้า

เท้ากลายเป็นส่วนสำคัญของชีวิตประจำวัน รองเท้าได้รับการออกแบบมาเพื่อป้องกันเท้า จากสภาพอากาศหนาวเย็นวัตถุที่แหลมคมและพื้นผิวที่ไม่สะดวก รองเท้ารุ่นก่อนๆ ถูกคิดว่าเป็นรองเท้าแตะในรูปแบบบางอย่าง เนื่องจากความรู้ของเครื่องมือและการทำงานของเครื่องหนังจึงเพิ่มขึ้นความซับซ้อนและคุณภาพของรองเท้าโดยเฉลี่ย รองเท้ามีรูปร่างตามสภาพแวดล้อมทางกายภาพและเศรษฐกิจของสภาพแวดล้อม ตัวอย่างเช่นชาวอียิปต์โบราณสวมผ้าคลุมไหล่ที่ถักจากฟางขณะที่ชาวดัตช์สวมรองเท้าที่แกะสลักจากไม้เพื่อปกป้องเท้าจากพื้นที่ที่มีน้ำขังชื้น

2.3.3.1 ด้วยการเวลาผ่านไปของรองเท้าเวลากลายเป็นส่วนสำคัญ ของชีวิตประจำวัน รองเท้าได้ผ่านไปจากการเป็นรายการของความหรูหราไปยังรายการที่จำเป็น แฟชั่นยังมีบทบาทในการวิวัฒนาการของรองเท้า จิตใจมนุษย์ปรารถนาสำหรับเอกลักษณ์เฉพาะตัวของแต่ละบุคคล ชนชั้นสูงและชนชั้นสูงเห็นว่ารองเท้าเป็นโอกาสที่จะตอบสนองความต้องการนี้ รองเท้ามีมากขึ้นและฟุ่มเฟือยมากขึ้น เริ่มมีการใช้ผ้ากำมะหยี่และสิ่งทอ นี่เป็นวันเกิดของอุตสาหกรรมรองเท้าที่เรารู้จักในปัจจุบัน วันนี้รองเท้าถูกจำแนกตามการใช้งาน ของพวกเขาเป็นแบบสบายๆ และแต่งกายทำงานกีฬา

2.3.3.2 รองเท้าทั้งหมดตกอยู่ในประเภทสบายๆ เนื่องจากลักษณะของรองเท้า ปัจจัยที่แตกต่างคือจุดประสงค์ของรองเท้า รองเท้าลำลองได้รับการออกแบบและตั้งใจที่จะถ่ายทอดทัศนคติของการพักผ่อนและความเป็นกันเอง การออกแบบรองเท้าแบบสบายๆ ได้พัฒนาไปตามกาลเวลา รองเท้าลำลองของวันนี้มีลักษณะคล้ายกับรองเท้าชุดที่เป็นทางการในหลายๆ ด้าน ปัจจัยที่แตกต่างคือสีของรองเท้า รองเท้าลำลองมีตั้งแต่ผลิตไปจนถึงรองเท้าผ้าใบและรองเท้าบูท วัสดุที่ใช้ในการผลิตตั้งแต่หนังผ้าใบและยางไปจนถึงอนุพันธ์ของปิโตรเคมีที่ทันสมัยเช่นพลาสติกและไซแลน

2.3.3.3 รองเท้าชุดแต่งกายอย่างเป็นทางการมีสองสายพันธุ์คือลูกไม้และและไม่มีลูกไม้ ตามเนื้อผ้าพวกเขาจะทำจากหนังและมีแนวโน้มที่จะมีราคาแพง การใช้พลาสติกและวิธีการผลิตที่ ทันสมัยทำให้ราคาลดลง ชนชั้นสูงยังคงชอบหนังมากกว่าสิ่งที่พวกเขาพิจารณาพลาสติกราคาถูก รองเท้าชุดสตรีอาจเป็นรูปแบบของปั๊มหรือรองเท้าแตะ สไตล์ของเสื้อผ้าจะเป็นตัวกำหนดประเภทของ รองเท้าในกรณีของผู้หญิง รองเท้าบู๊ตแบบ Unisex เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ในตลาดรองเท้า

2.3.3.4 รองเท้ากีฬาที่ออกแบบเฉพาะและสร้างขึ้นเพื่อให้มีประสิทธิภาพที่ดีใน กิจกรรมกีฬามีจำนวนมาก เช่น ฟุตบอล บาสเก็ตบอล คริกเก็ต และกิจกรรมที่เกี่ยวกับการแข่งขัน ภาคพื้นดิน รองเท้าปีนเขายังมีความพิเศษเฉพาะสำหรับรองเท้าที่ไม่เหมาะกับกีฬาอื่นๆ และแม้กระทั่ง การเดินเนื่องจากการออกแบบ มักเป็น Donned ที่ฐานสำหรับปีน

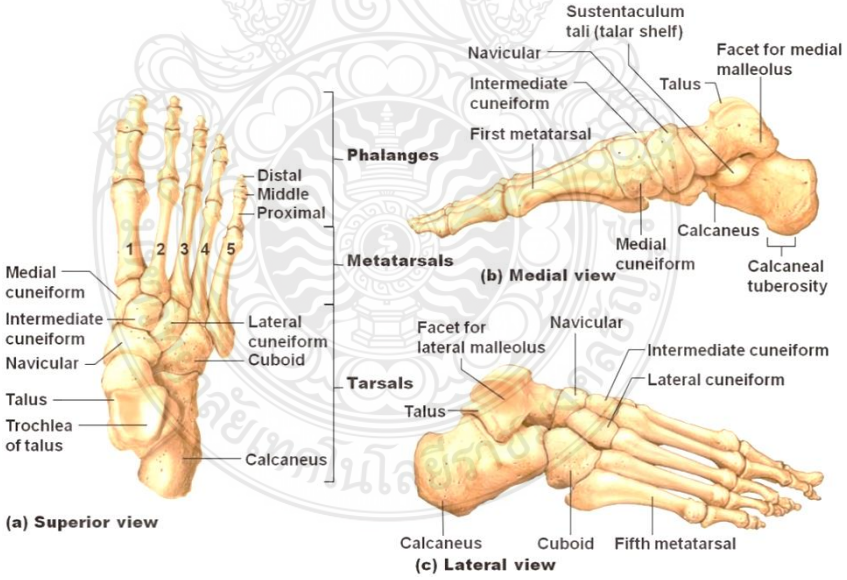
2.3.3.5 รองเท้าบาสเก็ตบอลและรองเท้าเทนนิสมีพื้นยางเพื่อช่วยให้จับได้ดีขึ้นใน สนามที่เกี่ยวข้อง กีฬาเช่น ฟุตบอล เบสบอล และฮอกกี้ ใช้รองเท้าที่มีโลหะแหลมด้านใต้เพื่อให้จับ ได้ดี ยิ่งขึ้นสำหรับการเริ่มต้นและหยุดอย่างรวดเร็ว รองเท้าเดินป่าหรือรองเท้าบู๊ทถูกออกแบบมาเพื่อ รองรับ ข้อเท้าเพื่อป้องกันการบาดเจ็บและให้การจับที่ดีบนพื้นผิวที่เป็นหิน [15]

2.3.4 ความสำคัญเท้า

เท้าเป็นอวัยวะต่ำสุดของร่างกาย คนส่วนใหญ่จึงไม่ค่อยให้ความสำคัญกับเท้ามาก นัก ทั้งที่จริงแล้วเท้ามีหน้าที่สำคัญหลายประการ เช่น เวลาที่ยืนเท้าต้องทำหน้าที่รองรับน้ำหนักตัว สร้างความสมดุลทั้งในขณะยืน เดินและวิ่ง เป็นต้น เท้ายังมีหน้าที่อื่นอีกมาก แต่เพียงแค่นี้ก็คง พอจะเห็นแล้วว่า เท้าสำคัญกว่าที่คิด และเมื่อเกิดความผิดปกติกับเท้า อาจบั่นทอนความสะดวกใน การดำเนินกิจกรรมประจำวัน ตัวอย่างง่ายๆเช่น รักษาความสะอาดผิวหนังที่ฝ่าเท้า และง่ามเท้า ควรดูแลไม่ให้หมักหมม เพราะจะทำให้เกิดเชื้อรา และโรคต่างๆตามมา [16]

โครงสร้างกระดูกเท้าเริ่มที่กระดูก Talus เรียกว่า กระดูกข้อเท้า (Ankle Bone) ข้อเท้า (Ankle Joint) จะมีกระดูกขาส่วนล่าง 2 ชิ้น ได้แก่ Tibia และ Fibula มาเชื่อมกับ Talus เรียกว่า Mortise and Tenon Joint ซึ่งถือเป็นข้อที่มีความมั่นคงมาก และ Back foot ประกอบด้วยกระดูก 2 ชิ้น คือ Talus และ Calcareous (Heel Bone) จุดที่ทั้งสองกระดูกนี้ เชื่อมต่อกันจะเรียกว่า Subtalar Joint Ankle joint ทำให้ข้อเท้าเคลื่อนไหวในแนวบนล่าง (Up-Down) ส่วน Subtalar Joint ทำให้ข้อเท้าเคลื่อนในแนวข้าง (Side to Side) และต่อมาคือ ตำแหน่งของกระดุก 5 ชิ้นที่มีชื่อเรียกว่า Tarsal Bones กระดูกเหล่านี้ทำงานร่วมกันอย่างลงตัว เมื่อเท้ามีการหมุนไปในทิศทางใดทิศ ทางหนึ่งจากกล้ามเนื้อเท้าและขา กระดูกเหล่านี้จะมีการล็อค เข้าไว้ด้วยกันเป็นโครงสร้างที่มีความแข็งแรง และทำงานประสานกัน วางตัวให้เข้ากับพื้นผิวที่เท้า สัมผัสอยู่ Tarsal Bones เชื่อมต่อกับกระดูกยาวๆ 5 ชิ้น เรียกว่า Metatarsal Bones โดยที่ข้อต่อ ระหว่าง Tarsal Bones และ Metatarsal Bones มีการเคลื่อนไหวน้อยมากต่อมาคือ กระดูกของ นิ้วเท้า เรียกว่า Phalanges จุดที่มีการเชื่อมต่อกันระหว่าง Metatarsal Bones กับ Phalanges เรียกว่า Metatarsophalangeal Joint (MTP) เป็นจุดที่มีความสำคัญมากต่อการเคลื่อนไหวเท้า เรียกจุดนี้ว่า Ball of Foot

เส้นเอ็นและเส้นเอ็นกล้ามเนื้อ (Ligaments and Tendons) เป็น โครงสร้างที่เชื่อมต่อระหว่างกระดูกแต่ละชิ้น เป็นเนื้อเยื่อเชื่อมต่อที่ประกอบด้วยเส้นใยเล็ก ๆ รวมกันเอ็นกล้ามเนื้อเป็นเส้นใยที่เชื่อมระหว่างกระดูกกับกล้ามเนื้อ ส่วนเส้นเอ็น เป็นแบบเส้นใยที่เชื่อมต่อระหว่าง กระดูกกับกระดูก Achilles Tendon เป็นเส้นเอ็นขนาดใหญ่มีความสำคัญต่อการเดิน วิ่งและกระโดด เชื่อมต่อระหว่างกล้ามเนื้อน่องและกระดูกส้นเท้า ช่วยให้เราสามารถเขย่งเท้าได้ Posterior Tibia tendon เชื่อมระหว่างกล้ามเนื้อน่องกับด้านล่างของฝ่าเท้า มีหน้าที่พยุง Arch และ ช่วยในการหมุนฝ่าเท้าเข้าด้านใน (Inaward) Anterior Tibia Tendon ช่วยในการยกเท้าและหมุนเท้าออกด้านนอก (Outward) สำหรับนิ้วเท้ามีเส้นเอ็นที่ช่วยในการงอนิ้วเท้าซึ่งจะอยู่ด้านล่างของนิ้ว เท้า ในส่วนเส้นเอ็นที่ช่วยในการเหยียดเท้าจะอยู่ด้านบนของนิ้วเท้า เอ็นเล็กๆ ที่เชื่อมกระดูกแต่ละชิ้นรวมกับเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างเอ็นก็จะมีการรวมตัวกันเพื่อเติมเต็มช่องว่างระหว่างกระดูกแต่และสร้างเป็นถุง น้ำขึ้น (Watertight Sac) ในส่วนกล้ามเนื้อ (Muscle) มีการเคลื่อนไหวส่วนใหญ่ของเท้ามาจากการทำงานของกล้ามเนื้อจากขาส่วนล่าง ส่วนกล้ามเนื้อมัดเล็กๆ ที่เท้ามีจำนวนมากแต่ความสำคัญไม่เท่ากับกล้ามเนื้อมัดเล็กๆ ของมือ ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการขยับนิ้วเท้า และเรียงตัวเป็นชั้นอยู่ใต้ฝ่าเท้าเส้นประสาท (Nerves) เส้นประสาทหลักที่ไปยังเท้าคือ Tibia Nerve วิ่งผ่านหลัง Medial Malleolus ไปยังฝ่าเท้าเกี่ยวข้องกับการรับความรู้สึกของฝ่าเท้าและนิ้วเท้า และควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อที่ฝาเท้า ส่วนเส้นประสาทอื่นๆ ที่วิ่งจากด้านบนเท้าและด้านนอกของเท้าจะคอยดูแลเรื่องประสาทรับความรู้สึก บริเวณที่เส้นประสาทเหล่านั้นวิ่งผ่าน ดังแสดงในรูปที่ 2.23 [17]



รูปที่ 2.23 โครงสร้างกระดูกของเท้า
ที่มา : [17]

โรคเชื้อราที่เท้า เกิดจากเชื้อกลากเดอร์มาโตไฟต์ เริ่มต้นโรคจะมีอาการคันที่ผิวหนังของง่ามนิ้วเท้า หรือฝ่าเท้าที่ง่ามนิ้วเท้าระหว่างนิ้วก้อยกับนิ้วนาง จะพบผิวหนังมีลักษณะเปื่อยยุ่ย และปริออกจากกัน และมีการกระจายตัวไปยังบริเวณผิวหนังใต้นิ้วเท้าที่เป็นโรค ในบางรายอาจพบตุ่มน้ำพองใสเป็นปื้น ที่ผิวหนังบริเวณฝ่าเท้า ซึ่งต่อมาจะกลายเป็นแผ่นสะเก็ดแห้งๆ และหนาตัวขึ้น ในระยะเรื้อรัง คนที่เป็นโรคฮ่องกงฟุต อาจพบโรคเชื้อราที่เล็บเท้าร่วมด้วยได้ แหล่งรวมเชื้อ ได้แก่ ห้องอาบน้ำรวม เช่น ของนักกีฬา หรือโรงทหาร ซึ่งเชื้อราจากผู้ที่เป็นโรคนี้จะหลุดออกมาอยู่ที่พื้นห้องน้ำ และติดต่อไปยังเท้าผู้อื่นได้ ห้องอาบน้ำรวมจึงควรใช้ยาฆ่าเชื้อทำความสะอาดพื้นห้องน้ำอย่างสม่ำเสมอ และดูแลเท้า โดยเฉพาะง่ามนิ้วเท้าให้แห้งสะอาด บุคคลที่มีโอกาสติดโรคเชื้อราได้ง่ายได้แก่ นักกีฬา และทหาร เนื่องจากเท้าอับชื้นจากการใส่ถุงเท้า และรองเท้าอยู่ตลอดเวลา ทำให้เท้าเปียกชื้น และอับชื้น ซึ่งเหมาะแก่การก่อโรค และเจริญเติบโตของเชื้อราที่เป็นต้นเหตุ คนไข้โรคเบาหวาน และกลุ่มคนไข้ภูมิคุ้มกันบกพร่อง [18]

2.4 ปัญหาของโรคเท้า

2.4.1 ปัญหาโรคเท้าที่พบในผู้ป่วยเบาหวาน

การเกิดแผลที่เท้าของผู้เป็นเบาหวานองค์การอนามัยโลก (World Health Organization) ได้ให้นิยามคำว่าเท้าเบาหวาน (Diabetic Foot) หมายถึงกลุ่มอาการของเท้าที่เกิดจากปลายประสาทเสื่อมเส้นเลือดส่วนปลายตีบตันและการติดเชื้อซึ่งก่อให้เกิดบาดแผลและนำไปสู่การสูญเสียการทำงานหรือการถูกตัดขาได้ เมื่อปัญหาเท้าเบาหวาน มักหมายความรวมถึงปัญหาทุกชนิดที่เกิดขึ้นที่เท้าของผู้เป็นเบาหวานแผลเรื้อรังที่เท้าในผู้เป็นเบาหวานเป็นปัญหาที่พบบ่อยมีการศึกษาพบว่าปัญหาของเท้าเบาหวานเป็นปัญหาหลักที่ทำให้ผู้เป็นเบาหวานต้องนอนโรงพยาบาลและพบว่าประมาณร้อยละ 15-20 ของผู้เป็นเบาหวานต้องนอนโรงพยาบาลเพราะปัญหาเรื่องเท้าเบาหวานอย่างน้อย 1 ครั้งในช่วงชีวิตร้อยละ 15 ของผู้เป็นเบาหวานที่เกิดแผลที่เท้าแผลจะลุกลามจนเกิดการติดเชื้อไปถึงกระดูก (Osteomyelitis) และร้อยละ 15 ของผู้เป็นเบาหวานที่เกิดแผลที่เท้าจะถูกตัดขา (Amputation) อัตราการถูกตัดขาในผู้เป็นเบาหวานมีตั้งแต่ 2.1 ถึง 13.3 รายต่อปีซึ่งสูงกว่าคนที่ไม่เป็นเบาหวานถึง 10 เท่า ร้อยละ 80 ของผู้ถูกตัดขาเคยมีแผลมาก่อนระดับที่ถูกตัดบ่อยคือนิ้วเท้าระดับใต้เข่าระดับเหนือเข่าและกลางฝ่าเท้าตามลำดับภายหลังการตัดขาพบว่ามากกว่าร้อยละ 50 จะถูกตัดขาอีกข้างหนึ่งภายใน 2-3 ปี และ 2 ใน 3 จะเสียชีวิตภายใน 5 ปีนอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดแผลที่เท้าที่พบบ่อย ได้แก่ เคยมีแผลหรือเคยถูกตัดขามาก่อนเป็นเบาหวานมานานควบคุมระดับน้ำตาลไม่ดีปลายประสาทเสื่อมเส้นเลือดส่วนปลายตีบตันเป็นต้น

2.4.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดแผลที่เท้า ปัจจัยด้านพยาธิสภาพ ได้แก่

2.4.2.1 เส้นประสาทส่วนปลายเป็นสาเหตุสำคัญ ที่พบบ่อยที่สุดคืออุบัติการณ์และความรุนแรงของโรคเบาหวานเพิ่มขึ้นตามอายุและหลักของโรค บางครั้งเป็นปัญหาที่มาพบแพทย์ก่อนการวินิจฉัยโรคเบาหวาน การเสื่อมสภาพมีดังนี้ . การควบคุมประสาทและกล้ามเนื้อ โรคเส้นประสาทสั่งการ ทำให้กล้ามเนื้ออ่อนแรง ลีบ เสียการทรงตัว รูปร่างนิ้วเท้าผิดปกติ มีการเปลี่ยนแปลงจุดรับน้ำหนักจุดแบกสูงผิดปกติในบางส่วน ส่งผลให้เส้นประสาทเสียหายในภายหลัง อาการชาที่เท้าขาดความรู้สึกไม่

สามารถรู้สึกได้ อันตรายจากของมีคม ความร้อนหรือความเย็น รวมทั้งความเครียดที่ผิดปกติ เช่น การอยู่ภายใต้ความกดดันจากรองเท้าที่ใส่ไม่พอดีเป็นเวลานานๆ จนเนื้อเยื่อขาดเลือดและในที่สุดบาดแผลก็ไม่เจ็บปวด เมื่อแผลเบาหวานมีบาดแผล จะไม่เจ็บปวด และการเดินด้วยน้ำหนักที่บริเวณแผลจะทำให้เกิดการบาดเจ็บมากขึ้น และแผลติดเชื้อเรื้อรังได้ จึงเป็นสาเหตุทำให้การควบคุมต่อมเหงื่อเสียไปการผลิตเหงื่อน้อยลงทำให้ผิวเท้าแห้งเป็นสะเก็ดหนาและแข็งกระด้างนำไปสู่รอยแยกของผิวหนังนอกจากนี้ยังทำให้เกิด (Arteriovenous Shunt) มีผลให้เลือดไปเลี้ยงที่กระดูกและผิวหนังผิดปกติทำให้แผลหายช้า

2.4.2.2 โรคหลอดเลือดตีบ (Perpheral Vascular Disease, PVD) เป็นสาเหตุอันดับสอง และจากการศึกษาพบว่าผู้ที่เป็นเบาหวานในระยะยาวมักมีปัญหาเกี่ยวกับหลอดเลือดซึ่งอาจเกิดจากการสูญเสียหลอดเลือดเนื่องจากเส้นเลือดฝอยผิดปกติ การไหลเวียนของเลือดจะเพิ่มทางลัดของเลือดแดงและเลือดดำ ลดปริมาณเลือดไปยังพื้นที่ที่ได้รับบาดเจ็บ ไขมันสะสมในหลอดเลือดขนาดใหญ่ผิดปกติซึ่งทำให้แผลสมานได้ยาก ซึ่งอาจนำไปสู่การตีบตันของหลอดเลือดแดงในหลอดเลือด เนื้อเยื่อ หรือเนื้อเยื่อขาดเลือด (เนื้อตายเน่า) และแผลพุพองได้ ผู้ป่วยโรคเบาหวานจำเป็นต้องรักษาระดับน้ำตาลในเลือดให้ต่ำกว่า 130 มิลลิกรัม/เดซิลิตร เป็นหัวใจของโรคเบาหวาน เพราะระดับน้ำตาลในเลือดสูงอย่างต่อเนื่องอาจนำไปสู่โรคแทรกซ้อนเรื้อรังที่ทำลายหลอดเลือดและส่งผลต่อหลอดเลือดส่วนปลายในที่สุด ทำให้เกิดแผลที่เท้า

2.4.2.3 ความเครียดจากเท้าในระยะยาวและกลไกของการบาดเจ็บ ตำแหน่งที่พบบ่อยที่สุดสำหรับหนังเทียมคือบริเวณที่กระดูกฝ่าเท้ากดลงกับพื้น เท้าเบาหวานและนิ้วเท้าเล็กๆ มักจะทำให้เท้าชาเนื่องจากเส้นประสาทส่วนปลาย ซึ่งไม่ก่อให้เกิดความเจ็บปวด และผู้ป่วยโรคเบาหวานยังคงเดินบนเท้าเพื่อทำหนังแม้ว่าผิวหนังจะหนา ด้านที่ดูเหมือนก้อนกรวดขนาดใหญ่จะกดทับที่เท้าจนเนื้อใต้ผิวหนังแตก ประเภทของแรงกดที่เท้าและกลไกการบาดเจ็บมีดังนี้

1) แรงกระทำที่รุนแรงและเฉียบพลัน (High-Pressure Penetrating Injury) เช่นการเดินเหยียบตะปูหรือของมีคมเป็นต้น

2) แรงปานกลางเป็นระยะๆ (Moderate-Pressure Repetitiveinjury) ความแรงนี้เกิดจากการเดินในชีวิตประจำวัน บางส่วนของพื้นรองเท้า เช่น หัวกระดูกฝ่าเท้า มีน้ำหนักมากกว่าส่วนอื่นๆ ในระหว่างรอบการเดินปกติของบุคคลที่มีเท้าผิดรูป ดังนั้นจึงมีความเสี่ยงที่จะได้รับบาดเจ็บ หากข้อเท้าติดขัด แรงกดที่บริเวณนี้จะเพิ่มขึ้น โอกาสบาดเจ็บมีสูงมาก การตรวจร่างกายจะเผยให้เห็นผิวหนัง (Callus) ในบริเวณที่มีแรงกดหรือเสียดสี และหากมีเล็บขบปลายนิ้วจะมีบาดแผลที่จิกพื้นและหลังนิ้วเท้าที่โก่งงอขึ้นโดยรองเท้ากัดร่วมด้วย (Tips-Topsulcer) นอกจากนี้ถ้ามีการตัดนิ้วเท้า นิ้วที่เหลือต้องรับน้ำหนักมากขึ้น โอกาสเกิดแผลที่นิ้วที่เหลืออยู่ยิ่งเพิ่มมากขึ้น

3) แรงกดทับเล็กน้อยที่เกิดต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน (Low-Pressure Continuous Injury) เช่นการใส่รองเท้าที่คับเกินไปนานหลายชั่วโมงโดยไม่รู้สึกเจ็บปวดทำให้เกิด Lschemic Necrosis บริเวณที่พบแผลบ่อยคือหลังเท้าหรือด้านข้างนิ้วเท้าที่ถูกรองเท้ากดรัด

2.4.2.4 การติดเชื้อ (Infection) ในผู้ป่วยเบาหวานที่ควบคุมได้ไม่ดี การทำงานของเม็ดเลือดขาวในการล้างเชื้อโรคและสร้างภูมิคุ้มกันของร่างกายนั้นผิดปกติ โดยการลดจำนวนแบคทีเรียและความสามารถในการทำลายแบคทีเรีย เท้าด้านล่างเป็นจุดเสี่ยง แม้แต่บาดแผลเพียงเล็กน้อยก็ยังเป็นช่องทางสำคัญให้เชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายและแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว ระยะแรกของการอักเสบพบได้เฉพาะในผิวหนังและระยะไขมันเท่านั้น ใต้แผล เมื่ออักเสบ อาจลามไปยังท่อน้ำเหลือง ทำให้เกิดรอยแดงและบวมรอบๆ อวัยวะโดยรอบ และท่อน้ำเหลืองที่เรียกว่า เซลลูไลติส หากรุนแรงกว่านั้นก็สามารถลามไปยังเยื่อหุ้มเซลล์ได้ กล้ามเนื้อใต้ผิวหนังติดเชื้อในเลือดทั่วร่างกายส่งผลให้เสียชีวิต

2.4.3 ชนิดของแผลที่เท้าในผู้เป็นเบาหวาน

แผลที่เท้าในผู้ป่วยเบาหวานมีสามประเภทหลัก: แผลในระบบประสาท, แผลขาดเลือดและแผลติดเชื้อ สามารถใช้สองหรือสามประเภทร่วมกันได้ สามารถประเมินความรุนแรงของแผลที่เท้าได้โดยใช้ระบบนี้ การจำแนกภาวะขาดเลือดขาดเลือดในระดับลึก การติดเชื้อในแผลที่เท้าเป็นภาวะแทรกซ้อนที่พบได้บ่อย และผู้ป่วยโรคเบาหวานมีแนวโน้มที่จะติดเชื้อราระหว่างนิ้วเท้าหรือเล็บ ทำให้เป็นจุดเริ่มต้นสำหรับแบคทีเรีย นำไปสู่การอักเสบรุนแรงและเรื้อรัง

2.4.3.1 แผลในระบบประสาทเป็นประเภทที่พบบ่อยที่สุดและเกิดจากโรคปลายประสาทอักเสบจากเบาหวาน ซึ่งเป็นความเสื่อมของเส้นประสาทรับความรู้สึกซึ่งส่วนใหญ่ทำให้เกิดอาการชาที่เท้า ส่งผลให้เกิดบาดแผลโดยไม่ทราบสาเหตุและการดูแลที่ถูกละเลย การเสื่อมสภาพของเส้นประสาทของมอเตอร์ทำให้กล้ามเนื้อเท้าอ่อนแรง สูญเสียการทรงตัว ส่งผลให้เท้าผิดรูป และกระจายน้ำหนักเท้าอย่างผิดปกติ ความผิดปกติที่พบบ่อยที่สุดคือเล็บเท้าและ การเสื่อมของระบบประสาท (Charcot foot) ออโตโนมิคทำให้การหลั่งเหงื่อลดลงเป็นผลให้ผิวหนังที่เท้าแห้งและเกิดการแตกเป็นแผลง่ายแผลเส้นประสาทเสื่อมมักพบบ่อยในบริเวณที่เป็นจุดรับน้ำหนักเช่นส้นเท้าหัวกระดูกฝ่าเท้าปลายนิ้วเท้าและหลังนิ้วเท้าของ Claw Toes แผลชนิดนี้มักมีลักษณะค่อนข้างกลมขอบแผลมีหนังด้านนูนแข็ง (Callus) และก้นแผลมีสีแดงจากเนื้อเยื่อ (Granulation) การตรวจร่างกายบริเวณเท้าจะพบว่าผิวหนังแห้งกล้ามเนื้อลีบ แต่ยังอุ่นและแดงดีและยังสามารถคลำชีพจรที่หลอดเลือดแดงบริเวณหลังเท้า (Dorsalis Pedis Artery) และบริเวณใต้ตาตุ่มด้านล่าง (Posterior Tibial Artery) ได้ชัดเจน

2.4.3.2 แผลขาดเลือด (Ischemic Ulcer) เป็นแผลที่เกิดจากการตีบของหลอดเลือดแดงส่วนปลายซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในหลอดเลือดแดงส่วนปลาย แผลขาดเลือดที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของขาหรือเท้า แม้แต่การบาดเจ็บเล็กน้อยและรอยแผลเป็น แผลดังกล่าวรักษาได้ยากเนื่องจากปริมาณเลือด รอยโรคขาดเลือดในระยะแรกๆ มักมีไม่เพียงพอ มักอยู่ที่บริเวณนิ้วเท้า และต่อมาลามไปที่เท้า โดยมีขอบแผลเรียบ แผลสีซีด ไม่มีเลือดออก และนิ้วเท้าข้างเคียงเสียชีวิตจากการตรวจร่างกาย เท้าแห้ง ผิวเย็น ซีด ผมร่วง กล้ามเนื้อลีบ ชีพจร หลอดเลือดแดงบริเวณโพเดีย

และกระดูกแข้งหลังจะจางลงหรือไม่สามารถคลำได้ การตรวจหลอดเลือดแดงส่วนปลายของขาเป็นการตรวจวินิจฉัยที่สำคัญมาก วิธีการทดสอบที่ได้รับความนิยมในการประเมินความรุนแรง ได้แก่ Doppler ultrasonography และหลอดเลือด (arteriography)

2.4.3.3 แผลติดเชื้อ (Infective Ulcer) เกิดจากบาดแผลเล็กน้อยหรืออาจเกิดจากบาดแผลข้างต้นและเกิดการอักเสบได้ การติดเชื้อในระยะแรกพบได้เฉพาะบริเวณผิวหนังและในชั้นไขมันใต้แผลเป็นหนอง และอาจมีการอักเสบที่ลามไปยังท่อน้ำเหลืองทำให้เกิดรอยแดงบริเวณแผล อวัยวะใกล้เคียง และหลอดเลือดน้ำเหลือง (Cellulitis) และหนองที่ลึกกว่าชั้นพังผืดจะถูกแทรก ระหว่างกล้ามเนื้อแต่ละส่วน กระดูกน่องในแต่ละกล้ามเนื้อ นอกจากนี้ อาจมีการอักเสบเรื้อรังของกระดูกที่เรียกว่าโรคกระดูกพรุนเรื้อรัง หากผู้ป่วยเบาหวานมีหลอดเลือดแดงตีบที่ขา การติดเชื้ออาจเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วหากเกิดแผลที่เท้าที่ติดเชื้อ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการตัดแขนขาหรือเสียชีวิต

2.4.4 ผลกระทบจากแผลที่เท้าของผู้เป็นเบาหวาน

ทางกายภาพ การวิจัยแสดงให้เห็นว่าบาดแผลมักเกี่ยวข้องกับการติดเชื้อโดยเฉพาะอย่างยิ่งบาดแผลที่ยาวนาน เมื่อมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการก่อตัวของแผล แต่ถ้าไม่มีโรคแทรกซ้อนทางระบบประสาทและหลอดเลือด และควบคุมอาการได้ดี แผลจะหายเร็วโดยไม่มีปัญหาใดๆ ภาวะแทรกซ้อนจากแบคทีเรียเป็นสาเหตุที่สำคัญที่สุดของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลในผู้ป่วยเบาหวาน การติดเชื้อราที่เป้าที่ด้านข้างของผิวหนังที่แตกร้าว นิ้วเท้าไม่ได้รับการรักษา และต่อมาภาวะแทรกซ้อนจากแบคทีเรียจะอักเสบมากขึ้นเรื่อยๆ จนถึงจุดที่ติดเชื้อ การควบคุมการติดเชื้อที่เท้าอาจทำได้ยาก และผู้ป่วยโรคเบาหวานในบางครั้งอาจต้องตัดแขนขาเพื่อควบคุมการติดเชื้อ ระยะห่างระหว่างเท้าส่งผลต่อความสามารถของบุคคลในการเคลื่อนไหวและทำกิจกรรมประจำวัน เช่น เสื้อผ้า อาชีพ กีฬา และมีแนวโน้มที่จะเกิดอุบัติเหตุเนื่องจากความไม่สมดุลของการทรงตัว [19]

2.4.5 รองเท้าและอุปกรณ์เสริมที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

รองเท้าเป็นอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่คนส่วนใหญ่ใช้ในชีวิตประจำวันการนำรองเท้าและอุปกรณ์เสริมในรองเท้ามาใช้ในการดูแลผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะแทรกซ้อนที่เท่านั้นมีการใช้กันมานานแม้จะยังไม่มีงานวิจัยรองรับมากนักอุปกรณ์เสริมในรองเท้าที่มีงานวิจัยสนับสนุนว่ามีความสำคัญสำหรับผู้ป่วยเบาหวานไม่น้อยกว่ารองเท้า ได้แก่ อุปกรณ์พยุงส้นเท้าและฝ่าเท้าชนิดหล่อพิเศษเฉพาะราย (Total Contact Orthosis) วัตถุประสงค์หลักของการใช้รองเท้าและอุปกรณ์เหล่านี้เพื่อป้องกันการเกิดแผลโดยเฉพาะบริเวณใต้ฝ่าเท้าโดยกลไกการลดแรงกดกระแทกและลดแรงตึงตัวของเนื้อเยื่ออ่อนในบริเวณดังกล่าว หรือเพื่อช่วยในการรักษาแผลบริเวณใต้ฝ่าเท้าโดยกลไกเดียวกัน

2.4.5.1 ในปัจจุบันเริ่มมีงานวิจัยที่ช่วยสนับสนุนว่าการใช้รองเท้าที่เหมาะสมนั้นสามารถช่วยป้องกันการเกิดแผลซ้ำ และช่วยลดอัตราการถูกตัดขา การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการใช้รองเท้าธรรมดาทั่วไปกับการใช้รองเท้าที่มีคุณลักษณะเฉพาะพบว่ารองเท้าที่มีคุณลักษณะเฉพาะสามารถป้องกันการเกิดแผลซ้ำได้ดีกว่า คุณลักษณะเฉพาะของรองเท้าที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะแทรกซ้อนที่เท้า ได้แก่

1) พื้นรองเท้าด้านนอกมีลักษณะโค้งงอของรองเท้ากับพื้นรองเท้า มีรองเท้าหลายประเภท การเลือกขึ้นอยู่กับตำแหน่งของรอยโรคที่เท้า

2) พื้นรองเท้าชั้นกลางทำจากวัสดุที่กันกระแทกได้ดีเช่นเดียวกับที่ใช้ในรองเท้าวิ่ง

3) มีส้นที่ถอดออกได้และส่วนรองรับพื้นรองเท้าด้านในรองเท้าตลอดความยาวทั้งหมด (พื้นรองเท้าแบบถอดได้) ซึ่งเมื่อถอดออก จะเพิ่มอย่างน้อย 3/16 นิ้วฟุต ของเท้า (Depth Shoes) เข้าไปด้านในของรองเท้า

4) ส่วนบนทำจากวัสดุยืดหยุ่นและระบายอากาศได้ เช่น หนังแท้และผ้ายืดหยุ่น

5) มีสายรัดหรือสายรัดเพื่อปรับความกว้าง

6) ถ้าเท้าผิดรูปไม่รุนแรง ผู้ป่วยเบาหวานสามารถใช้รองเท้าสำเร็จรูปที่มีลักษณะเหล่านี้ ถ้าผิดรูปรุนแรงจนหารองเท้าไม่ได้ รองเท้าจะต้องปรับแต่งตามความผิดปกติ (Custom Made Shoes) สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือควรให้ความรู้ผู้ป่วยโรคเบาหวานในการเลือกรองเท้าที่เหมาะสม การศึกษาแสดงให้เห็นว่าคนส่วนใหญ่ที่เป็นเบาหวานสวมรองเท้าที่ไม่พอดีโดยปัญหาที่พบบ่อยที่สุดคือความกว้างของหน้ารองเท้าแคบเกินไป หลักการเลือกซื้อรองเท้าที่ถูกต้อง ได้แก่

(1) ต้องไปลองสวมใส่รองเท้าด้วยตนเองเสมอเพราะขนาดรองเท้านั้นไม่มีมาตรฐานขึ้นอยู่กับยี่ห้อรูปทรงและแบบ

(2) เลือกรูปทรงรองเท้าที่ใกล้เคียงกับรูปทรงของเท้ามากที่สุดเพื่อไม่ให้เกิดการบีบรัดเป็นแผล

(3) ในกรณีที่ผู้ป่วยมีความจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เสริมในรองเท้าควรนำอุปกรณ์นั้นไปลองกับรองเท้าด้วย

(4) ก่อนตัดสินใจซื้อควรลองรองเท้าหลายๆ รูปทรงและแบบแล้วเลือกรูปทรงและแบบที่สบายที่สุด

(5) ในการลองรองเท้าต้องลองเดินเสมอเพราะขณะยืนหรือเดินเท้าอาจขยายขนาดขึ้น

(6) ควรเลือกซื้อรองเท้าให้ตรงกับประเภทของกิจกรรมที่จะทำหากเป็นไปได้ควรลองรองเท้าในเวลาที่ใกล้เคียงกับเวลาที่จะนำไปใช้

(7) ต้องลองรองเท้าทั้งสองข้างเสมอเนื่องจากเท้าแต่ละข้างมักจะมีขนาดไม่เท่ากันโดยควรเลือกความพอดีตามขนาดเท้าข้างที่ใหญ่กว่า

(8) ความกว้างของรองเท้าที่เหมาะสมคือตำแหน่งของเท้าส่วนที่กว้างที่สุดอยู่ตรงกับตำแหน่งของรองเท้าส่วนที่กว้างที่สุดโดยควรให้มีพื้นที่พอขยับนิ้วเท้าได้เล็กน้อย

(10) ความยาวของรองเท้าที่เหมาะสมคือมีระยะระหว่างนิ้วเท้าที่ยาวที่สุดกับปลายของรองเท้าประมาณ 3/8 ถึง 1/2 นิ้วฟุต

(11) ขณะก้าวเดินบริเวณส้นเท้าควรกระชับพอดีไม่คับหรือหลวมเกินไป

สำหรับอุปกรณ์เสริมในรองเท้านั้นมีการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างแผ่นรองเท้าชนิดพื้นเรียบ (Flat Insole) กับอุปกรณ์พยุงส้นเท้าและฝ่าเท้าชนิดหล่อพิเศษเฉพาะราย (Total Contact Orthosis) พบว่าชนิดหลังช่วยลดแรงกดกระแทกที่ฝ่าเท้าได้ดีกว่าอย่างชัดเจน ดังนั้น International Working Group on the Diabetic Foot ซึ่งเป็นหน่วยงานของสมาพันธ์เบาหวานโลกแนะนำให้ใช้รองเท้าร่วมกับอุปกรณ์พยุงส้นเท้าและฝ่าเท้าชนิดหล่อพิเศษเฉพาะรายเพื่อลดแรงกดกระแทกใต้ฝ่าเท้าในขณะเดียวกันไม่แนะนำให้ใช้แผ่นรองเท้าชนิดพื้นเรียบหรือพื้นนุ่มในการลดแรงกดกระแทก [20]

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 พิชญ์ ศุภผล [1] ได้ศึกษาผลิตภัณฑ์รักษาแผล ป้องกันเชื้อโรค ด้วยสารสกัดจากเปลือกมังคุด นวัตกรรมจากนักวิจัยจุฬาฯ ระบุว่า หากนำเปลือกด้านในของมังคุดมาผ่านกรรมวิธีพิเศษทางเคมี จะสามารถสกัดได้สารแซนโทน *(Xanthones)* ในปริมาณสูง ซึ่งมีสรรพคุณทางการแพทย์ที่สำคัญ คือ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต้านการอักเสบ สมานแผล รักษาเซลล์มะเร็ง ฆ่าเชื้อก่อโรคทางเดินระบบหายใจร้ายแรงได้ เช่น เชื้อวัณโรคชนิดดื้อยา เชื้อก่อโรคผิวหนังอักเสบและสิว และมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อไวรัส เช่น *HIV, H5N1* และสารแซนโทนที่สกัดออกมาจากเปลือกมังคุดนั้นจะอยู่ในรูปแบบผง โดยสามารถเก็บได้นาน 2-3 ปี และสามารถนำสารนี้มาปรับปรุงด้วยกระบวนการทางเคมี เพื่อให้เกิดฤทธิ์ฆ่าเชื้อก่อโรคร้ายแรงที่เพิ่มขึ้น และทำการตรึงโมเลกุลของสารแซนโทนให้ติดบนผิววัสดุการแพทย์หลายชนิด เช่น หน้ากากอนามัย พลาสเตอร์ยา น้ำยาทาแผล และแผ่นปิดสิว

2.5.2 อุดมลักษณ์ สุขอัตตะ [21] ได้ศึกษาการนำเปลือกมังคุดสดและแห้งมาทำการสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลและการสกัดเปลือกมังคุดสดและแห้งแบบต่อเนื่องด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ เฮกเซน อะซิโตน และ เมทานอล โดยใช้วิธีการสกัดเย็น (Maceration) และวิธีการสกัดร้อนด้วยเครื่อง Soxhlet extraction apparatus พบว่า การสกัดสารจากเปลือกมังคุดแห้งด้วยตัวทำละลายเอทานอลได้สารสกัดหยาบมากที่สุดคือ 26.59 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกมังคุดในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ 5 ชนิด คือ เชื้อแบคทีเรีย Staphylococcus aureus, S. epidermidis, Propionibacterium acnes เชื้อยีสต์ Candida albicans และเชื้อรา Trichophyton mentagrophytes ด้วยวิธี disc diffusion method พบว่าสารสกัดจากเปลือกมังคุดสดโดยวิธีการสกัดเย็นด้วยเอทานนอลมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ S. aureus, S. epidermidis, P. acnes. และ T. mentagrophytes ได้ดีที่สุด สารสกัดจากเปลือกมังคุดไม่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ C. albicans

2.5.3 กุสุมา คำจร [22] ได้ศึกษาแผลเรื้อรังที่เท้าในผู้ป่วยเบาหวานเป็นภาวะแทรกซ้อนที่เป็นอันตราย และก่อให้เกิดความรุนแรงได้จากการไม่หายของแผล ครีมเปลือกมังคุดมีคุณสมบัติในการต้านการอักเสบ ต้านเชื้อแบคทีเรียและกระตุ้นการงอกขยายของเนื้อเยื่อ การทำแผลด้วยครีมเปลือกมังคุดจะช่วยส่งเสริมกระบวนการหายของแผล การศึกษาครั้งนี้เพื่อเปรียบเทียบการหายของแผลที่เท้า ระหว่างการทำแผลด้วยครีมเปลือกมังคุด ผลการศึกษาพบว่า ผู้ป่วยเบาหวานที่ได้รับการทำแผลด้วยครีมเปลือกมังคุดมีอัตราร้อยละการหายของแผลเบาหวานที่เท้าด้านกว้าง และด้านยาวมากกว่าผู้ป่วยเบาหวานที่ได้รับการทำแผลด้วยน้ำเกลือนอร์มัลตามปกติ ผู้ป่วยเบาหวานที่ได้รับการทำแผลด้วยครีมเปลือกมังคุดมีอัตราการหายของแผลเบาหวานที่เท้าด้านกว้างในสัปดาห์ที่ 3 มากกว่าในสัปดาห์ที่ 1 จากผลการวิจัยเสนอแนะว่า การเลือกใช้ครีมเปลือกมังคุดในการทำแผลเป็นการรักษาอีกทางเลือกหนึ่งที่ส่งเสริมการหายของแผลเบาหวานได้ดีกว่าการทำแผลด้วยน้ำเกลือนอร์มัลตามปกติ

2.5.4 วัฒนีย์ ปานจินดา [23] ได้ศึกษาชนิดของแผลและชนิดของเชื้อโรคก่อนและหลังทำแผลกลุ่มตัวอย่างเป็นแผลชนิดเรื้อรังที่เข้ามาทำการรักษาในโรงพยาบาล ผลการทดลองพบว่าชนิดของแผลที่หายคือแผลกดทับและแผลที่มีเนื้อตายจากการติดเชื้อที่ตรวจพบมากที่สุดเป็นแบคทีเรียแกรมบวกชื่อสแตป สฟิโรคอคคาสต์ ออเรียส ผลจากการศึกษาครั้งนี้โดยใช้สารสกัดจากสมุนไพรเปลือกมังคุดรักษาแผลเรื้อรัง ที่ทำให้หายได้โดยเร็วแล้วไม่พบผลข้างเคียง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด ทดสอบสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด ซึ่งผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 วัตถุดิบและสารเคมี

3.1.1 วัตถุดิบ

เปลือกมังคุดบดแห้ง บริษัท มิลเลี่ยนแนร์ฟรีซดราย จำกัด ตำบลคลองสอง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี

3.1.2 สารเคมี

3.1.2.1 ยางพาราแห้ง *(STR 5L)*

3.1.2.2 ซิงค์ออกไซด์ ยี่ห้อ White Seal ร้านเคมีภัณฑ์

3.1.2.3 กรดสเตียริก ยี่ห้อ Dula Kuda ร้านเคมีภัณฑ์

3.1.2.4 แมกนิเซียมคาร์บอเนต ยี่ห้อ LiangJiang ร้านเคมีภัณฑ์

3.1.2.5 น้ำมันปิโตรเลียม ยี่ห้อ Gxoill ร้านเคมีภัณฑ์

3.1.2.6 เททระเมทิลไทยูแรมโมโนซัลไฟด์ *(TMTM)* ยี่ห้อ Kij Paiboon ร้านเคมีภัณฑ์

3.1.2.7 Wingstay L ยี่ห้อ Omnova Solutions ร้านเคมีภัณฑ์

3.1.2.8 ไซโคลเฮกซิลเบนโซไธอะโซลซัลฟีนาไมด์ *(CBS)* ยี่ห้อ Chemwinfo ร้านเคมีภัณฑ์

3.1.2.9 เคลย์ ยี่ห้อ Kem Aus ร้านเคมีภัณฑ์

3.1.2.10 กำมะถัน ยี่ห้อ SPS ร้านเคมีภัณฑ์

3.2 วัสดุ-อุปกรณ์

3.2.1 วัสดุ-อุปกรณ์ การทำแผ่นพื้นรองเท้ายางพาราผสมเปลือกมังคุด

3.2.1.1 เครื่องชั่งสองตำแหน่ง ยี่ห้อ SDS รุ่น IDS703 Series

3.2.1.2 ถ้วยตวงสารเคมี ยี่ห้อ Glassco รุ่น BK-0322

3.2.1.3 เครื่องบดยางสองลูกกลิ้ง (two-roll mill) ยี่ห้อ ZL รุ่น 3018

3.2.1.4 มีดคัตเตอร์ ตรา ม้า

3.2.1.5 เครื่องอัดไฮดรอริก (Compression) ยี่ห้อ Toyo รุ่น LCC 140

3.2.1.6 บล็อกเหล็กขึ้นรูปรองเท้า (โมล)

3.2.1.7 เครื่องบด ยี่ห้อ Grindig รุ่น IC-30 B

3.2.1.8 ตะแกรงร่อน ความละเอียด 80 Mesh รุ่น STANDARD TEST SIEVE

3.2.1.9 ตะแกรงร่อน ความละเอียด 100 Mesh รุ่น STANDARD TEST SIEVE

3.2.2 อุปกรณ์ในการศึกษาสมบัติแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

3.2.2.1 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ

1) เครื่องทดสอบความหนืด ยี่ห้อ MonTech รุ่น MV 3000

2) การทดสอบสมบัติการคงรูปของแผ่นยาง ยี่ห้อ Gotech รุ่น MD 3000 AS

3.1.2.2 การศึกษาคุณสมบัติทางจุลินทรีย์

1) จานเพาะเชื้อ

2) ปีเปต

3) แท่งแก้วงอ

4) หลอดทดลอง

5) ตู้บ่มเชื้อ ยี่ห้อ Memmert รุ่น IF 30

6) อาหารเลี้ยงเชื้อ

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.3.1 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

3.3.1.1 การเตรียมเปลือกมังคุด

นำเปลือกมังคุดสดไปล้างด้วยน้ำสะอาดแล้ว นำเข้าอบจนเหลือความชื้นสุดท้ายร้อยละ 6 จากนั้นทำการบดด้วยเครื่องบดและมาร่อนด้วยตะแกรงที่มีความละเอียด 80 เมช และ 100 เมช

3.3.1.2 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการขึ้นรูปพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

ในการศึกษาสูตรที่เหมาะสม ปัจจัยที่ทำการศึกษามี 2 ปัจจัยคือ ปริมาณเปลือกมังคุดที่ใช้ในการเสริม โดยแปรเป็น 3 ระดับ คือ 40 50 และ 60 Phr และขนาดอนุภาคของเปลือกมังคุดบด โดยแปรเป็น 2 ระดับ คือ 80 และ 100 เมช วางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จะได้สูตรทั้งหมด 6 สูตร ดังในแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการขึ้นรูปพื้นรองเท้า

สารเคมี	สูตรที่ 1 Phr	สูตรที่ 2 Phr	สูตรที่ 3 Phr	สูตรที่ 4 Phr	สูตรที่ 5 Phr	สูตรที่ 6 Phr
ยางพาราแห้ง (STR 5L)	100	100	100	100	100	100
ซิงค์ออกไซด์	5	5	5	5	5	5
กรดสเตียริก	2	2	2	2	2	2
แมกนิเซียมคาร์บอเนต	50	50	50	50	50	50
น้ำมันปิโตรเลียม	3	3	3	3	3	3
เททระเมทิลไทยูแรมโม-โนซัลไฟด์ *(TMTM)*	1	1	1	1	1	1
Wingstay L	1	1	1	1	1	1
ไซโคลเฮกซิลเบนโซไธ-อะโซลซัลฟีนาไมด์ *(CBS)*	1	1	1	1	1	1
เคลล์	50	50	50	50	50	50
กำมะถัน	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
ขนาดผงเปลือกมังคุด (Mesh)	80	80	80	100	100	100
ปริมาณเปลือกมังคุด	40	50	60	40	50	60

*หมายเหตุ Parts Per Hundred Of Rubber (Phr) หน่วยการผสมยางโดยคิดสัดส่วนปริมาณสารต่างๆ เมื่อเทียบกับยาง 100 ส่วน

3.3.2 การทดสอบสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

3.3.2.1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ

นำแผ่นพื้นรองเท้าทั้ง 6 สูตร มาทำการวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

1) การทดสอบความหนืดในแผ่นยาง ด้วยวิธีการทดสอบ ISO 289-1:2015 [24]

(1) ตรวจสอบอุณหภูมิของช่องใส่ยางให้คงที่ที่อุณหภูมิ 100±1 องศาเซลเซียส และอุ่นโรเตอร์ (Rotor) โดยใส่ลงในช่องใส่ยางให้ร้อนเป็นเวลา 2 นาที

(2) นำโรเตอร์ออกจากช่องใส่ยาง

(3) นำแผ่นยางมาตัดให้เป็นชิ้นขนาดที่ 3x5 เซนติเมตร 2 ชิ้น นำยางประกบด้านบนและล่างของโรเตอร์ใส่ในช่องใส่ยาง เริ่มทดสอบโดย เครื่องจะอุ่นยางเป็นเวลา 1 นาที และโรเตอร์หมุนวัดความหนืดเป็นเวลา 4 นาที

หมายเหตุ 1) ควรนำยางที่ได้จากการเตรียมวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง อย่างน้อย 1 ชั่วโมง ก่อนนำมาทดสอบความหนืด

2) การทดสอบยางที่ความหนืดต่ำหรือเหนียว ควรใช้แผ่นฟิล์ม เช่น แผ่นเซลลูโลสแผ่นรับเบอร์ไฮโดรคลอไรด์ ที่มีความหนาประมาณ 0.013 มิลลิเมตร โดยวาง ระหว่างชิ้นตัวอย่างกับดาย (Gies)

การบันทึกผลการทดสอบความหนืดในแผ่นยางให้บันทึกค่าความหนืดที่อ่านได้จากเครื่องพร้อมระบุเงื่อนไขการทดสอบ ดังนี้

x ML (1+4) 100 องศาเซลเซียส

เมื่อ x = ค่าความหนืดที่อ่านได้จากเครื่อง

M = Mooney Viscosity

L = โรเตอร์ใหญ่ (ในกรณีที่ยางแข็งมากใช้โรเตอร์เล็ก ให้ใช้อักษร S)

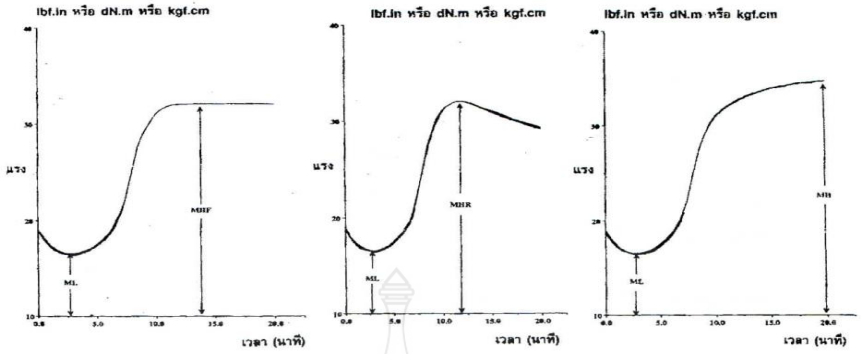
1 = เวลาที่ใช้ในการอุ่นยาง หน่วยเป็นนาที

4 = เวลาที่โรเตอร์หมุนวัดความหนืด หน่วยเป็นนาที

100 องศาเซลเซียส = อุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบ

2) การทดสอบสมบัติการคงรูปของแผ่นยาง ด้วยวิธีการทดสอบ ASTM D5289-19 [25]

นำยางผสมสารเคมีใส่ในช่องใส่ยางซึ่งภายในมีโรเตอร์แกว่งทำมุม 1- 5 องศาเซลเซียส ตั้งอุณหภูมิช่องใส่ยางตามที่ต้องการ เช่น 140 องศาเซลเซียส, 150 องศาเซลเซียส, หรือ 160 องศาเซลเซียส แรงต้านที่ยางกระทำกับการหมุนของจานโลหะจะถูกวัดเป็นค่าแรง (Torque) ขณะที่ยางได้รับความร้อน จะเกิดการเริ่มคงรูปขึ้น ยางจะมีความหนืดเพิ่มขึ้นทำให้ค่าแรงที่อ่านได้สูงขึ้น ยางจะเกิดคงรูปเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ให้ความร้อน จนกระทั่งเกิดการคงรูปสมบูรณ์ จะสังเกตเห็นว่าค่าแรงที่เกิดขึ้นถึงจุดสูงสุด และเริ่มมีค่าคงที่ดังตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 3.1



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 3.1 กราฟแสดงลักษณะการคงรูปของยาง (Cure Characteristic) มี 3 ลักษณะ

(ก) กราฟที่แสดงค่าสูงสดแล้วคงที่เป็นเส้นราบ (Flat Curve หรือ Plateau Curve)

(ข) กราฟที่แสดงค่าสูงสุดแล้วลดลง (Reverting Curve)

(ค) กราฟที่แสดงค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการทดสอบ (Marching Curve)

ที่มา : [25]

การบันทึกผลการทดสอบการคงรูปของแผ่นยางให้บันทึกค่าการคงรูปของแผ่นยางที่อ่านได้จากเครื่องพร้อมระบุเงื่อนไขการทดสอบ ดังนี้

ML = ค่าแรงต่ำสุด (minimum torque) หน่วยเป็น kgf-cm หรือ dN-m หรือ lbf-in

MHF = ค่าแรงสูงสุด (maximum torque) ของ plateau curve หน่วยเป็น kgf-cm หรือ dN-m หรือ lbf-in

MHR = ค่าแรงสูงสุด (maximum torque) ของ reverting curve หน่วยเป็น kgf-cm หรือ dN-m หรือ lbf-in

MH = ค่าแรง ณ เวลาที่กำหนด หน่วยเป็น kgf-cm หรือ dN-m หรือ lbf-in

$t'S1$ = เวลาที่ค่าแรงสูงขึ้นจากค่าแรงต่ำสุด 1 หน่วย โดยกำหนดโรเตอร์ แกว่งทำมุม 1 องศา หน่วยเป็นนาที

= เวลาที่ค่าแรงสูงขึ้นจากค่าแรงต่ำสุด 2 หน่วย โดยกำหนดโรเดอร์ แกว่งทำมุม 3 องศา หน่วยเป็นนาที

$t'S1$ และ $t'S1$ เรียกว่า เวลายางเริ่มคงรูป (inductive time หรือ scorch time) นิยมเขียนย่อเป็น $t's$

$t'50$ = เวลาที่ค่าแรงเป็น ร้อยละ 50 ของค่าแรงสูงสุด หน่วยเป็นนาที

$t'90$ = เวลาที่ค่าแรงเป็น ร้อยละ 90 ของค่าแรงสูงสุด หน่วยเป็นนาที นิยมเรียกค่านี้ว่า เวลายางคงรูป (cure time หรือ optimum cure time)

3.3.2.2 การทดสอบคุณสมบัติทางจุลินทรีย์

นำแผ่นพื้นรองเท้าทั้ง 6 สูตร มาทำการวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

1) ความสามารถในการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย [26]

(1) วิเคราะห์ สแตฟิโลค็อกคัส ออเรีย (*Staphylococcus aureus*) ด้วยวิธีการทดสอบตามมาตราฐาน ATCC 25923

(2) วิเคราะห์ เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*) ด้วยวิธีการทดสอบตามมาตราฐาน ATCC 25922

(3) วิเคราะห์ แอสเปอร์จิลลัส ไนเจอร์ (*Aspergillus* niger) ด้วยวิธีการทดสอบตามมาตราฐาน ATCC 1015

(4) วิเคราะห์ แคนดิดา อัลปิแคนส์ (*Candida albicans*) ด้วยวิธีการทดสอบตามมาตราฐาน DMST 15313

2) การทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อ

(1) นำเชื้อแบคทีเรียที่แยกไว้มาเลี้ยงบนอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย Nutrient Broth (NB) บนเครื่องเขย่า ที่ความเร็วประมาณ 100 รอบต่อวินาที ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

(2) นำเชื้อปริมาตร 800 ไมโครลิตร (µl) ใส่ลงในอาหาร NA ที่มีปริมาตร 100 มิลลิลิตร (ml) ที่หลอมและทิ้งไว้ให้มี อุณหภูมิประมาณ 45 องศาเซลเซียส ผสมเชื้อกับอาหารให้เข้ากันแล้วเทอาหารลงในจานเลี้ยงเชื้อ โดยระวังอย่าให้มีฟองอากาศแล้วทิ้งไว้ให้อาหารเย็นตัวลง

(3) ทำการทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย โดยนำยาง ที่มีขนาด 10x10 มิลลิเมตร ที่ฆ่าเชื้อแล้ววางลงบนผิวหน้าอาหารผสม เชื้อแบคทีเรียที่เตรียมไว้โดยวาง 3 ตำแหน่งในหนึ่งจานเลี้ยงเชื้อ แล้วบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

(4) ตรวจผลการทดลองโดยวัดขอบส่วน ใส จากข้างหนึ่งไปยังอีกข้างหนึ่งโดยให้ผ่านเส้นผ่าศูนย์กลางของยางบันทึกผลหน่วยเป็น มิลลิเมตร แล้วนำมาคำนวณหาบริเวณยับยั้ง (Inhibition Zone)

คัดเลือกแผ่นยางสูตรที่เหมาะสม โดยวัดคุณภาพจาก ด้านคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย ความหนืดในแผ่นยาง สมบัติการคงรูปของแผ่นยาง และทำการผลิตแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด ดังแสดงรูปในที่ 3.2 ซึ่งจะได้ลักษณะของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด ดังแสดงรูปในที่ 3.3

รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการขึ้นรูปแผ่นยางพาราผสมเปลือกมังคุด

รูปที่ 3.3 ผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

3.3.3 การสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภค ต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด จำนวน 50 คน ในเขต กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป โดยใช้แบบสอบถามร่วมกับการแจกตัวอย่าง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อมูลสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

3.3.3.1 สถิติสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1) ค่าร้อยละ (Percentage) วิเคราะห์หาค่าร้อยละ จากผลข้อมูลทั่วไปของแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด การคำนวณร้อยละ คือ การคำนวณหาสัดส่วนของข้อมูลในแต่ละตัวเทียบกับข้อมูลรวมทั้งหมด โดยให้ข้อมูลรวมทั้งหมดมีค่าเป็นร้อยละ

2) ค่าเฉลี่ย (Mean) สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลการทำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด [27]

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อด้านต่างๆ โดยสถิติที่ใช้วิเคราะห์ คือ ค่าเฉลี่ยในการประเมินความพึงพอใจใช้มาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) โดยถือเกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ระหว่าง 4.51 - 5.00 หมายถึง พึงพอใจระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ระหว่าง 3.51 - 4.50 หมายถึง พึงพอใจระดับมาก

ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ระหว่าง 2.51 - 3.50 หมายถึง พึงพอใจระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ระหว่าง 1.51 - 2.50 หมายถึง พึงพอใจระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ระหว่าง 1.00 - 1.50 หมายถึง พึงพอใจระดับน้อยที่สุด

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด ตอนที่ 2 โดยแบ่งความพึงพอใจ 5 ระดับ ดังนี้ [27]

5 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

4 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

3 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

1 คะแนน หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) สำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

3.4 ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะเวลาเริ่มต้น เดือน ธันวาคม พ.ศ 2562 - ตุลาคม พ.ศ 2564

3.5 สถานที่ทำการวิจัย

3.5.1 ห้องปฏิบัติการทดลอง สถาบันวิจัยยาง แห่งประเทศไทย กรมวิชาการเกษตร

3.5.2 ห้องปฏิบัติการทดสอบการกระจายตัวของสารตัวเติม สถาบันวิจัยยาง แห่งประเทศไทย กรมวิชาการเกษตร

3.5.3 ห้องปฏิบัติการทดสอบความนิ่มของยางสถาบันวิจัยยาง แห่งประเทศไทย กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 4
ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุดมี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด ทดสอบสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย ของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาผลการทดลองและวิจารณ์ผลดังนี้

4.1 ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

4.4.1 การเตรียมเปลือกมังคุด

นำเปลือกมังคุดสดไปล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วนำเข้าอบด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 345 นาที จากนั้นทำการบดด้วยเครื่องบดและมาร่อนด้วยตะแกรงที่มีความละเอียด 80 เมช และ 100 เมช จนเหลือความชื้นสุดท้าย ร้อยละ 6 เป็นสมบัติที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่ง เนื่องจาก จะทำให้ผงเปลือกมังคุดมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันสูงที่สุด [29]

4.4.2 การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

เมื่อนำแผ่นพื้นรองเท้าทั้ง 6 สูตรที่ได้ไปทำการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏ ด้านกายภาพ และด้านประสาทสัมผัส ซึ่งสังเกตลักษณะปรากฏของแผ่นพื้นรองเท้าทั้ง 6 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 4.1

4.2 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

4.2.1 ทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

4.2.1.1 ทดสอบความหนืดในแผ่นยาง

นำแผ่นพื้นรองเท้าทั้งหมด 6 สูตรที่ได้ ไปทำการทดสอบความหนืดในแผ่นยางด้วยเครื่อง MonTech รุ่น MV 3000 ดังแสดงในตารางที่ 4.1

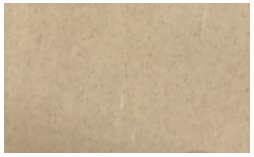
4.2.1.2 การทดสอบสมบัติการคงรูปของแผ่นยาง

นำแผ่นพื้นรองเท้าทั้งหมด 6 สูตรที่ได้ ไปทำการทดสอบความหนืดในแผ่นยางด้วยเครื่อง Gotech รุ่น MD 3000 AS ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบลักษณะที่ปรากฏและการทดสอบทางกายภาพของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุดทั้งหมด 6 สูตร

สูตร	ลักษณะที่ปรากฏ	ลักษณะของสิ่งการทดลอง	ความหนืดของยาง (ML 1 + 4) 100°C (mm)	สมบัติการคงรูปของแผ่นยาง (MDR Type, TECH PRO) Arc 0.5°c ,150°c t90 (min)
1		แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด มีเนื้อสัมผัสหยาบ แผ่นยางมีความแข็ง มีการกระจายของผงเปลือกมังคุดในแผ่นยางได้น้อยกว่า สูตรที่6	30.5	4.02
2		แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด มีเนื้อสัมผัสหยาบ แผ่นยางมีความแข็ง มีการกระจายของผงเปลือกมังคุดในแผ่นยางได้น้อยกว่า สูตรที่6	37.5	4.15
3		แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด มีเนื้อสัมผัสหยาบ แผ่นยางมีความแข็ง มีการกระจายของผงเปลือกมังคุดในแผ่นยางได้น้อยกว่า สูตรที่6	43.5	4.29

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบลักษณะที่ปรากฏและการทดสอบทางกายภาพของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุดทั้งหมด 6 สูตร (ต่อ)

สูตร	ลักษณะที่ปรากฏ	ลักษณะของสิ่งการทดลอง	ความหนืดของยาง (ML 1 + 4) 100°C (mm)	สมบัติการคงรูปของ แผ่นยาง (MDR Type, TECH PRO) Arc 0.5o ,150 oC t90 (min)
4		แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด มีเนื้อสัมผัสเนียน แผ่นยางมีความนิ่ม อ่อน มีการกระจายของผงเปลือกมังคุดในแผ่นยางได้น้อยกว่า สูตรที่6	31.5	4.06
5		แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด มีเนื้อสัมผัสเนียน แผ่นยางมีความนิ่ม อ่อน มีการกระจายของผงเปลือกมังคุดในแผ่นยางได้น้อยกว่า สูตรที่6	38.5	4.20
6		แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด มีเนื้อสัมผัสเนียน แผ่นยางมีความนิ่ม อ่อน และมีการกระจายของผงเปลือกมังคุดในแผ่นยางได้ดีกว่าทุกสูตร	44.5	4.39

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบ การทำแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด สูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5 และสูตรที่ 6 พบว่า สูตรที่ 6 เป็นแผ่นพื้นรองเท้าที่มีเนื้อสัมผัสเนียน แผ่นยางมีความนิ่มอ่อน และมีการกระจายของผงเปลือกมังคุดในแผ่นยางได้ดีกว่าทุกสูตร และมีปริมาณของเปลือกมังคุดมากจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียดีที่สุด [30] ของแผ่นพื้นรองเท้ายางพาราผสมเปลือกมังคุด

ผลการทดสอบ ทดสอบด้วยเครื่องความหนืดในแผ่นยาง พบว่าสูตรที่ 6 มีค่าความหนืด 44.5 เป็นค่าที่ดีที่สุด รองลงมา คือสูตรที่ 3 มีค่าความหนืด 43.5 สูตรที่ 5 มีค่าความหนืด 38.5 สูตรที่ 2 มีค่าความหนืด 37.5 สูตรที่ 4 มีค่าความหนืด 31.5 และสูตรที่ 1 มีค่าความหนืด 30.5 ตามลำดับ สมบัติความหนืดของแผ่นยางมีค่าสูง จะมีคุณสมบัติที่ทำให้แผ่นยางแข็งแรง มีความต้านทานต่อแรงดึงและมีความต้านทานต่อแรงฉีดขาด [31]

ผลการทดสอบ ทดสอบด้วยเครื่องการคงรูปของแผ่นยางพบว่าสูตรที่ 1 มีสมบัติการคงรูปของแผ่นยางที่ 4.02 นาที เป็นค่าที่ดีที่สุด รองลงมา คือสูตรที่ 4 มีสมบัติการคงรูปของแผ่นยางที่ 4.06 นาที สูตรที่ 2 มีสมบัติการคงรูปของแผ่นยางที่ 4.15 นาที สูตรที่ 5 มีสมบัติการคงรูปของแผ่นยางที่ 4.20 นาที สูตรที่ 3 มีสมบัติการคงรูปของแผ่นยางที่ 4.29 นาที และสูตรที่ 6 มีสมบัติการคงรูปของแผ่นยางที่ 4.39 นาที ตามลำดับการคงรูปของแผ่นยางที่ใช้เวลาน้อย จะสามารถทำให้แผ่นยางคงรูปได้เร็ว [32]

4.2.2 ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

4.2.2.1 ทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย

นำแผ่นพื้นรองเท้าทั้งหมด 6 สูตรที่ได้ ไปทำการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย ได้แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและเชื้อแบคทีเรีย

การยับยั้งเชื้อ	สูตรที่ 1 CFU/ml	สูตรที่ 2 CFU/ml	สูตรที่ 3 CFU/ml	สูตรที่ 4 CFU/ml	สูตรที่ 5 CFU/ml	สูตรที่ 6 CFU/ml
Staphylococcus aureus	11.7	24.1	24.0	10.5	30.8	64.8
Escherichia coli	8.7	4.8	7.2	8.8	6.0	9.4
Aspergillus niger	13.0	13.0	15.2	11.3	13.0	15.7
Candida albicans	21.0	21.7	21.8	21.8	21.7	25.0

*หมายเหตุ Colony forming unit เรียกย่อว่า CFU เป็นหน่วยที่ได้จากวิธีตรวจนับปริมาณจุลินทรีย์

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบจากการศึกษาฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้ง 4 ชนิดได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli, Aspergillus niger* และ *Candida albicans* จากแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด สรุปได้ว่า แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด สูตรที่ 6 มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อที่ดีที่สุดจากสูตรที่ 6 พบว่าการยับยั้งการเจริญเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้มากที่สุด รองลงมา คือ *Candida albicans Aspergillus niger* และ *Escherichia coli* ตามลำดับ

สารสกัดจากเปลือกมังคุด ระบุว่า หากนำเปลือกด้านในของมังคุดมาผ่านกรรมวิธีพิเศษทางเคมี จะสามารถสกัดได้สารแซนโทน (Xanthones) ในปริมาณสูง ซึ่งมีสรรพคุณทางการแพทย์ที่สำคัญ คือ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต้านการอักเสบ สมานแผล เชื้อก่อโรคผิวหนังอักเสบและสิว และสารแซนโทนที่สกัดออกมาจากเปลือกมังคุดนั้นสามารถนำสารชนิดนี้มาปรับปรุงด้วยกระบวนการทางเคมีเพื่อให้เกิดฤทธิ์ฆ่าเชื้อที่ก่อโรคร้ายแรง [1]

4.3 ผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

การสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด โดยทำการสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภค จำนวน 50 คน ในเขต กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่มีอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป โดยใช้แบบสอบถามร่วมกับการแจกตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และ 4.4 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นของผู้บริโภค

n=50

	ข้อมูลเบื้องต้นของผู้บริโภค	จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	12	24.00
	หญิง	38	76.00
	รวม	50	100.00
อายุ	15-20 ปี	4	8.00
	21-25 ปี	21	42.00
	26-30 ปี	12	24.00
	31-35 ปี	6	12.00
	36-40 ปี	5	10.00
	46-50 ปี	1	2.00
	51 ปีขึ้นไป	1	2.00
	รวม	50	100.00

ตารางที่ 4.3 ผลการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นผู้บริโภค (ต่อ)

n=50

	ข้อมูลเบื้องต้นของผู้บริโภค	จำนวน	ร้อยละ
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่าปริญญาตรี	26	52.00
	ปริญญาตรี	23	46.00
	ปริญญาโท	0	0.00
	สูงกว่าปริญญาโท	1	2.00
	รวม	50	100.00
อาชีพ	นักเรียน / นักศึกษา	25	50.00
	ข้าราชการ	0	0.00
	พนักงานรัฐวิสาหกิจ	14	28.00
	ลูกจ้าง	9	18.00
	ธุรกิจส่วนตัว	2	4.00
	รวม	50	100.00

จากตารางที่ 4.3 ผลวิเคราะห์ข้อมูลจำนวนร้อยละของกลุ่มผู้บริโภค จำแนกตามเพศ อายุ ระดับ การศึกษาและอาชีพ แสดงผลดังนี้ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 76.00 เพศชาย คิดเป็นร้อยละ 24.00 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 21-25 ปี คิดเป็นร้อยละ 42.00 รองลงมาตามลำดับเป็นช่วงอายุ 26-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 24.00 ช่วงอายุ 36-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 12.00 ช่วงอายุ 31-35 ปี คิดเป็นร้อยละ 10.00 ช่วงอายุ 15-20 ปี คิดเป็นร้อยละ 8.00 ช่วงอายุ 46-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 2.00 และช่วงอายุตั้งแต่ 51 ปีขึ้นไปมีจำนวนน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 2.00 ส่วนใหญ่ผู้ตอบแบบสอบถาม ความพึงพอใจ จบต่ำกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 52.00 รองลงมาตามลำดับ เป็นการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 46.00 และสูงกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 2.00 อาชีพส่วนใหญ่ของผู้ตอบแบบสอบถาม คือ อาชีพนักเรียน / นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 50.00 รองลงมาตามลำดับเป็นอาชีพพนักงานรัฐวิสาหกิจ คิดเป็นร้อยละ 28.00 อาชีพลูกจ้าง คิดเป็นร้อยละ 18.00 และอาชีพธุรกิจส่วนตัวคิดเป็นร้อยละ 4.00

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ความหมาย
1	ลักษณะของผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้ายางพาราผสมเปลือกมังคุด			
	สีของแผ่นพื้นรองเท้า	4.16	0.76	มาก
	กลิ่นของแผ่นพื้นรองเท้า	3.94	0.93	มาก
	ความคงทนของแผ่นพื้นรองเท้า	4.16	0.81	มาก
	รูปทรงเหมาะสมต่อการใช้งาน	4.08	0.77	มาก
2	ความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้ายางพาราผสมเปลือกมังคุด			
	ความนิ่มของแผ่นพื้นรองเท้า	4.20	0.72	มาก
	น้ำหนักของแผ่นพื้นรองเท้า	4.28	0.75	มาก
	แผ่นพื้นรองเท้ามีความยืดหยุ่นใส่สบาย	4.10	0.67	มาก
	การลดกลิ่นอับในรองเท้า	4.50	0.81	มาก
	การดูแลรักษาง่าย	4.12	0.84	มาก
3	ความชอบโดยรวม	4.49	0.83	มาก

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ ผู้บริโภคมีความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด ด้านลักษณะของผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้ายางพาราผสมเปลือกมังคุด พบว่า ความคงทนของแผ่นพื้นรองเท้า ($\overline{X}$ = 4.16) มีความพึงพอใจในระดับมาก รองลงมาตามลำดับคือ สีของแผ่นพื้นรองเท้า ($\overline{X}$ = 4.16) รูปทรงเหมาะสมต่อการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.08) และกลิ่นของแผ่นพื้นรองเท้า ($\overline{X}$ = 3.94) ด้านความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้ายางพาราผสมเปลือกมังคุด พบว่า การลดกลิ่นอับในรองเท้ามีความพึงพอใจในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.50) รองลงมาตามลำดับคือ น้ำหนักของแผ่นพื้นรองเท้า ($\overline{X}$ = 4.28) ความนิ่มของแผ่นพื้นรองเท้า ($\overline{X}$ =4.20) การดูแลรักษาง่าย ($\overline{X}$ = 4.12) และแผ่นพื้นรองเท้ามีความยืดหยุ่นใส่สบาย ($\overline{X}$ = 4.10) และด้านความชอบโดยรวม ($\overline{X}$ = 4.49) มีความพึงพอใจในระดับมาก

สารสกัดจากเปลือกมังคุด มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงสามารถปกป้องผิวหนังจากการติดเชื้อ รวมถึงสามารถลดกลิ่นอับ และช่วยดับกลิ่นกายได้ [11]

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุดมี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด ทดสอบสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด และสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

ผู้วิจัยทำการศึกษาแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด ด้วยการปรับอัตราส่วนและขนาดอนุภาคของผงมังคุด ในอัตราส่วนผสมที่แตกต่างกัน จำนวน 6 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 ปริมาณผงมังคุด 40 Phr ขนาดอนุภาคของผงมังคุด 80 เมช
สูตรที่ 2 ปริมาณผงมังคุด 50 Phr ขนาดอนุภาคของผงมังคุด 80 เมช
สูตรที่ 3 ปริมาณผงมังคุด 60 Phr ขนาดอนุภาคของผงมังคุด 80 เมช
สูตรที่ 4 ปริมาณผงมังคุด 40 Phr ขนาดอนุภาคของผงมังคุด 100 เมช
สูตรที่ 5 ปริมาณผงมังคุด 50 Phr ขนาดอนุภาคของผงมังคุด 100 เมช
สูตรที่ 6 ปริมาณผงมังคุด 60 Phr ขนาดอนุภาคของผงมังคุด 100 เมช

โดยทั้ง 6 สูตรมีอัตราส่วนสารเคมีคงที่

ผู้วิจัยทำการทำการคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมในการทำแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด จึงเลือกกสูตรที่ 6 ที่ปริมาณผงเปลือกมังคุด 60 Phr และมีขนาดอนุภาคของผงเปลือกมังคุด 100 เมช จะทำปริมาณและขนาดอนุภาคเปลือกมังคุดมีการกระจายตัวในแผ่นยาง อยู่ในระดับที่ดีมาก

5.2 สรุปผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

5.2.1 จากการศึกษาผลทดสอบสมบัติทางกายภาพของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

5.2.1.1 การทดสอบค่าความหนืดของแผ่นยาง

จากการทดสอบ พบว่าสูตรที่ 6 มีค่าความหนืดของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด เป็นค่าที่ดีที่สุด รองลงมา คือสูตรที่ 3 สูตรที่ 5 สูตรที่ 2 สูตรที่ 4 และสูตรที่ 1 ตามลำดับ

5.2.1.2 การทดสอบสมบัติความคงรูปของแผ่นยาง

จากการทดสอบพบว่าสูตรที่ 1 มีค่าสมบัติความเมชคงรูปของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด รองลงมา คือสูตรที่ 4 สูตรที่ 2 สูตรที่ 5 สูตรที่ 3 และสูตรที่ 6 ตามลำดับ

5.2.2 ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียของแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

จากการทดสอบ พบว่า สูตรที่ 6 มีคุณสมบัติทางกายภาพและประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียของแผ่นพื้นรองเท้ายางพาราผสมเปลือกมังคุดมี ผลในการยับยั้งดีที่สุด ได้แก่ เชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้มากที่สุด รองลงมาคือเชื้อ *Candida albicans, Aspergillus niger* และ *Escherichia coli* ตามลำดับ

5.3 สรุปผลการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

จากการสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุดจากกลุ่มผู้บริโภค จำนวน 50 คน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุ 21-25 ปี ด้านระดับการศึกษาผู้บริโภคส่วนใหญ่ศึกษาระดับต่ำปริญญาตรี ด้านอาชีพผู้บริโภคส่วนใหญ่มีอาชีพนักเรียน/นักศึกษา ส่วนผลสำรวจความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในด้านการลดกลิ่นอับในรองเท้า น้ำหนักของแผ่นพื้นรองเท้า ความนิ่มของแผ่นพื้นรองเท้า สีของแผ่นพื้นรองเท้า ความคงทนของแผ่นพื้นรองเท้า การดูแลรักษาง่าย ความยืดหยุ่นใส่สบาย รูปทรงเหมาะสม กลิ่นของแผ่นพื้นรองเท้า และความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ตามลำดับ

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุดผู้วิจัยได้รวบรวมข้อเสนอแนะต่าง ๆ สำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

5.4.1 ศึกษาเรื่องกลิ่นต่างๆ ในการผสมลงในแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุดเพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ดียิ่งขึ้น

5.4.2 ศึกษาเรื่องสีในการผสมลงในแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุดเพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ดียิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

[1] พิชญ์ ศุภผล, “Germ Guard สารสกัดเปลือกมังคุดพิชิตเชื้อโรค,” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2557.

[2] สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, *ประวัติยางพาราคลังข้อมูลสารสนเทศระดับภูมิภาค ภาคใต้ (ออนไลน์)*, 2560, สืบค้นจาก: http://www.arda.or.th, (5 พฤศจิกายน 2562).

[3] การยางแห่งประเทศไทย, *รายงานประจำปีการยางแห่งประเทศไทย ปี 2562 (ออนไลน์)*, 2562, สืบค้นจาก: http://raot.co.th/ewt_news.php?nid=4324, (5 พฤศจิกายน 2562).

[4] orasiri, *ยางพารา พืชเศรษฐกิจไทย ใส่ใจโลกร้อน (ออนไลน์)*, 2552, สืบค้นจาก: http://orasirii.blogspot.com, (9 พฤศจิกายน 2562).

[5] สิรินทร์ ช่วงโชติ, *ยางพารา: หนังสือสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน ฯ เล่ม 3 เรื่องที่ 4*, พิมพ์ครั้งที่ 1., กรุงเทพฯ : อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, 2520.

[6] นพพร สายัมพล, *พืชไร่เศรษฐกิจ*, พิมพ์ครั้งที่ 1., กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542.

[7] รัตน์ เพชรจันทร, *ยางพารา: หนังสือสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน ฯ เล่ม 3 เรื่องที่ 4*, พิมพ์ครั้งที่ 1., กรุงเทพฯ : อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, 2520.

[8] Rubber Intelligence Unit, *น้ำยางพารา (ออนไลน์)*, 2559, สืบค้นจาก: http://rubber.oie.go.th, (2 ธันวาคม 2563).

[9] สุภาภรณ์ ปิติพร, *มังคุด.นิตยาสารหมดชาวบ้าน:เรื่องเด่นจากปก: เล่มที่ 323 (ออนไลน์)*, 2549, สืบค้นจาก: https://www.doctor.or.th/article/detail/2172, (2 ธันวาคม 2563).

[10] MedThai, *มังคุด สรรพคุณและประโยชน์ของมังคุด 45 ข้อ (ออนไลน์)*, 2560, สืบค้นจาก: https://medthai.com, (15 ธันวาคม 2563).

[11] เสาวลักษณ์ พงษ์ไพจิตร เมตตา องค์สกุล ลัดดา นิลรัตน์ ประสิทธิ์ ธราวิจิตรกุล ศิริพรรณ บุญชู ธวัชชัย เชื้อประไพศิลป์ และพิเชษฐ์ วิริยะจิตรา, “ฤทธิ์ของสารสกัดจากเปลือกมังคุดต่อ Stapylococcus aureus ที่ดื้อต่อยา methicillin (MRSA) และ Enterococcus species,” *วารสารสงขลานครินทร์*, ปีที่ 16, น, 399 – 405, 2537.

[12] สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร องค์กรมหาชน, *การแปรรูปและการใช้ประโยชน์.คลังข้อมูลสารสนเทศระดับภูมิภาค ภาคใต้ (ออนไลน์)*, 2560, สืบค้นจาก: http://www.arda.or.th, (20 ธันวาคม 2563).

[13] สมหมาย ผิวสะอาด วีรภรณ์ ผิวสะอาด ณรงค์ชัย โอเจริญ, “การพัฒนาพลาสติกผสมเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตพื้นรองเท้ากีฬาพื้นแข็ง,” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี, 2548.

[14] Kscc, *ประวัติศาสตร์ของรองเท้า (ออนไลน์),* 2560, สืบค้นจาก: http://www.bangkokfashionshoes.com, (20 ธันวาคม 2563).

บรรณานุกรม (ต่อ)

[15] สุภาภรณ์ ทาสม, “การจัดเก็บข้อมูลลักษณะรูปแบบรองเท้าที่มีจำหน่ายในตลาดอำเภอเมืองจังหวัดเชียงใหม่เพื่อการจำแนกประเภทรอยพื้นรองเท้า,” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, วิชานิติวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 2558.

[16] ประโยชน์ *บุญสินสุข, เท้าอวัยวะเบื้องต่ำที่สำคัญ (ออนไลน์)*, 2559, สืบค้นจาก: https://www.doctor.or.th, (20 กุมภาพันธ์ 2563).

[17] ดนัย เครือแวงมล, “ผลของการใช้แผ่นรองยืนที่มีต่อความยืดหยุ่นและอาการปวดบริเวณหลัง ขา และข้อเท้าในกลุ่มคนงานยืนทางานเป็นเวลานานในโรงงานผลิตชิ้นส่วนยานยนต์แห่งหนึ่ง,” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย, คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี, 2559.

[18] สุรเกียรติ อาชานานุภาพ, *ตำราการตรวจรักษาโรคทั่วไป 2 : 350 โรคกับการดูแลรักษาและการป้องกัน*, พิมพ์ครั้งที่ 3.,กรุงเทพฯ : โฮลิสติก พับลิชชิ่ง, 2553.

[19] อัจฉรา สุวรรณนาคินทร, “คู่มือการพยาบาลการดูแลเท้าเพื่อป้องกันการเกิดแผลในผู้เป็นเบาหวาน,” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ, 2559.

[20] สถาบันวิจัยและประเมินเทคโนโลยีทางการแพทย์กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, *แนวทางเวชปฏิบัติการป้องกันและดูแลรักษาผู้ป่วยเบาหวานที่มีภาวะแทรกซ้อนที่เท้า*, กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกาตรแห่งประเทศไทย จำกัด, 2556.

[21] อุดมลักษณ์ สุขอัตตะ, “การสกัดและการออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารสกัดจากเปลือกมังคุด,” ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 สาขาวิทยาศาสตร์, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549, (น.529-536).

[22] กุสุมา คำจร, “การเปรียบเทียบการหายของแผลที่เท้าระหว่างการทำแผลด้วยครีมเปลือกมังคุดกับการทำแผลแบบเปียกด้วยน้ำเกลือนอร์มัลในผู้ป่วยเบาหวาน,” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ, 2552.

[23] วัฒนีย์ ปานจินดา, “ศึกษาติดตามการหายของแผลเรื้อรังภายหลังการทำแผลด้วยครีมเปลือกมังคุด 1.5 เปอร์เซนต์,” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ, 2553.

[24] กองการยาง กรมวิชาการเกษตร, *การทดสอบตามมาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์*, พิมพ์ครั้งที่ 3 (น.38-39)., กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2554.

[25] กองการยาง กรมวิชาการเกษตร, *การทดสอบตามมาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์*, พิมพ์ครั้งที่ 3 (น.39-50)., กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร, 2554.

[26] สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ศูนย์ความร่วมมือไทย-สหรัฐ ด้านสาธารณสุข, *คู่มือการปฏิบัติงานแบคที่เรียและรา สำหรับโรงพยาบาลศูนย์และโรงพยาบาลทั่วไป*, พิมพ์ครั้งที่ 3., กรุงเทพฯ: พรีมียร์ มาร์เก็ตติ้ง โซลูชั่น, 2561.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[27] ประสิทธิ์ สุรรณรักษ์, *ระเบียบวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*, พิมพ์ครั้งที่ 2., บุรีรัมย์ : สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์, 2542.

[28] บุญชม ศรีสะอาด, *การวิจัยเบื้องต้น,* พิมพ์ครั้งที่ 7., กรุงเทพฯ: สุวิริยาสาส์น, 2545.

[29] ขัตติยา ประสิทธิ์สุวรรณ, ฐานิตา ทวีศรีอำนวย และนลินนาถ ภู่พวงไพโรจน์, “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาสมุนไพรชนิดแห้งจากเปลือกมังคุด,” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2552.

[30] เธียรอุทัย ศิริประเสริฐ อชิรา ผดุงฤกษ์ กชกร ฤทธาพรม น้ำตาล บุญเทียม และรติพร สิงหะหล้า, “การใช้สารแซนโทนจากเปลือกมังคุดร่วมกับว่านชักมดลูกเพื่อยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคมดลูกอักเสบในสุกร,” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, คณะเทศโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทศโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี, 2560.

[31] เสาวนีย์ ก่อวุฒิกุสรังษี และ จุทารัตน์ ดำปั่น, “เศษยางอีวี่เอพื้นรองเท้านำกลับมาใช้ใหม่ผสมยางอีพีดีเอ็ม” *วารสารวิชาการเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม*, 2558.

[32] ชัยวุฒิ วัดจัง สราวุธ ประเสริฐศรี ชัยวัฒน์ บำเพ็ญ ชลากรณ์ ครองยุทธ ศดวรรษ คอกจันทร์ และ จารุวรรณ ชูปวา, “บล็อกยางปูพื้นสำหรับผู้สูงอายุผลของสารหน่วงปฏิกิริยาการคงรูปต่อสมบัติของบล็อกยางปูพื้น,” วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการยาง, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, อุบลราชธานี, 2563.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภค

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภค

เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์พื้นรองเท้ายางพาราผสมเปลือกมังคุด

เรียน ผู้ตอบแบบสอบถาม

ด้วยนางสาววิภาภรณ์ เสือพ่วง นักศึกษาปริญญาโท คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้ทำวิทยานิพนธ์ในหัวข้อเรื่อง “การพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด” ซึ่งมีความประสงค์ขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อประกอบการตัดสินใจและการให้คะแนนของผู้บริโภคที่มีต่อ การพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นลงเท้ายางพาราผสมเปลือกมังคุด โดยแบบสอบถามฉบับนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถามคือ เพศ ช่วงอายุ ระดับการศึกษา และอาชีพ ใช้สถิติค่าร้อยละและค่าเฉลี่ย

ส่วนที่ 2 การให้คะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้ายางพาราผสมเปลือกมังคุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ หรือเขียนข้อความตามจริง

1) เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2) อายุ

☐ 15-20 ปี ☐ 21-25 ปี ☐ 26-30 ปี ☐ 31-35 ปี

☐ 36-40 ปี ☐ 41-45 ปี ☐ 46-50 ปี ☐ 51 ปีขึ้นไป

3) การศึกษา

☐ ต่ำกว่าปริญญาตรี ☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท ☐ สูงกว่าปริญญาโท

4) อาชีพ

☐ นักเรียน / นักศึกษา ☐ ข้าราชการ ☐ พนักงานรัฐวิสาหกิจ

☐ ลูกจ้าง ☐ ธุรกิจส่วนตัว ☐ อื่น.....

ส่วนที่ 2 การให้คะแนนความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความพึงพอใจของท่าน

ระดับความพึงพอใจ : 5 = มากที่สุด 4 = มาก 3 = ปานกลาง 2 = น้อย 1 = น้อยที่สุด

รายการประเมิน	**ระดับความพึงพอใจ**				
	มากที่สุด	**มาก**	**ปานกลาง**	**น้อย**	**น้อยที่สุด**
1. ลักษณะของผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้ายางพาราผสมเปลือกมังคุด					
1.1 สีของแผ่นพื้นรองเท้า					
1.2 กลิ่นของแผ่นพื้นรองเท้า					
1.3 ความคงทนของแผ่นพื้นรองเท้า					
1.4 รูปทรงเหมาะสมต่อการใช้งาน					
2. ความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้ายางพาราผสมเปลือกมังคุด					
2.1 ความนิ่มของแผ่นพื้นรองเท้า					
2.2 น้ำหนักของแผ่นพื้นรองเท้า					
2.3 แผ่นพื้นรองเท้ามีความยืดหยุ่นใส่สบาย					
2.4 การลดกลิ่นอับในรองเท้า					
2.5 การดูแลรักษาง่าย					
3.ความชอบโดยรวม					

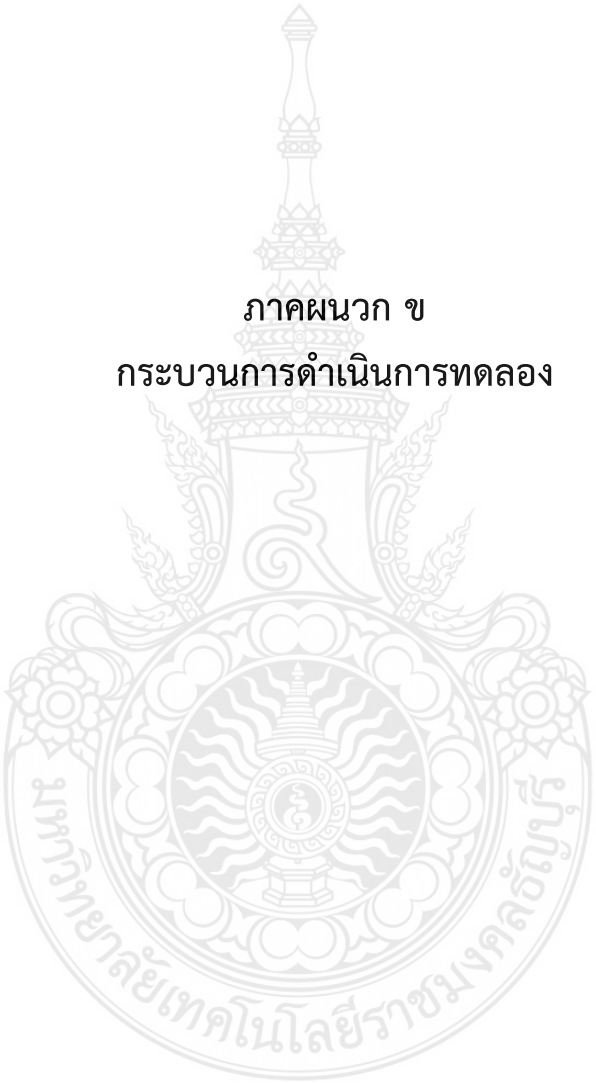
ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม

ภาคผนวก ข
กระบวนการดำเนินการทดลอง



(ก)

(ข)

(ค)

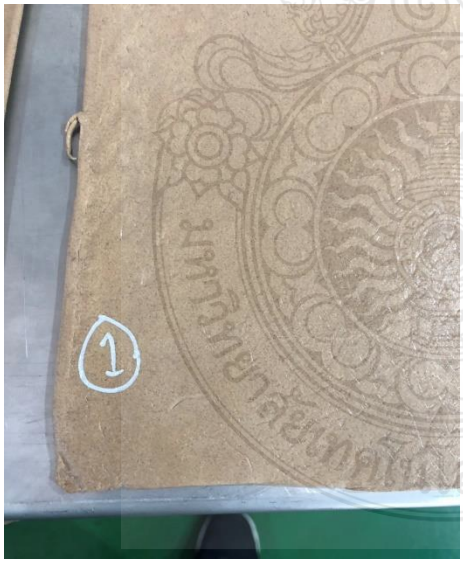
(ง)

รูปที่ ข.1 (ก) การชั่งเตรียมสารเคมี (ข) การชั่งเตรียมยางพารา (ค) สารเคมี สูตรที่ 1 และ (ง) สารเคมี สูตรที่ 2, 3, 4, 5 และสูตรที่ 6

(ก)

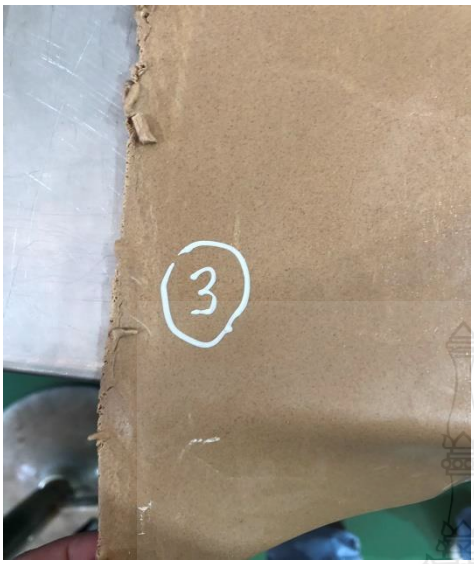
(ข)

รูปที่ ข.2 (ก) บดผสมสารเคมีเข้ากับยางพารา และ (ข) แผ่นยางที่บดผสมสารเคมี



(ก)

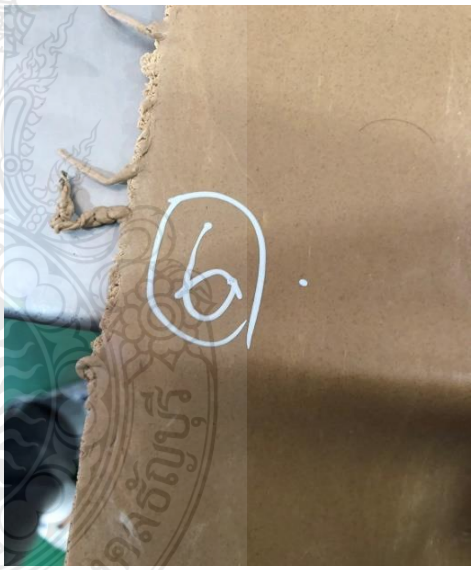
(ข)



(ค)

(ง)

(จ)



(ฉ)

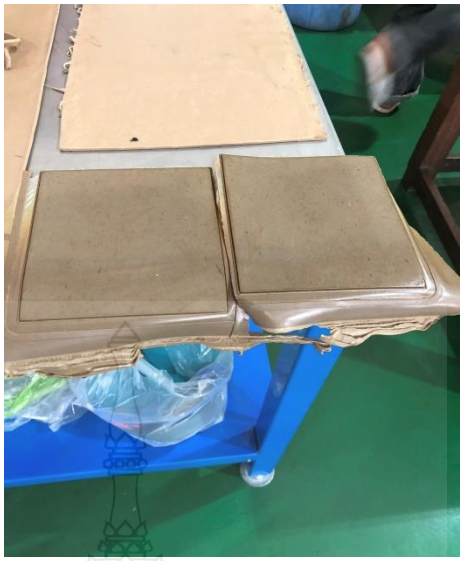
รูปที่ ข.3 (ก) แผ่นยางสูตรที่ 1 (ข) แผ่นยางสูตรที่ 2 (ค) แผ่นยางสูตรที่ 3 (ง) แผ่นยางสูตรที่ 4 (จ) แผ่นยางสูตรที่ 5 และ (ฉ) แผ่นยางสูตรที่ 6

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

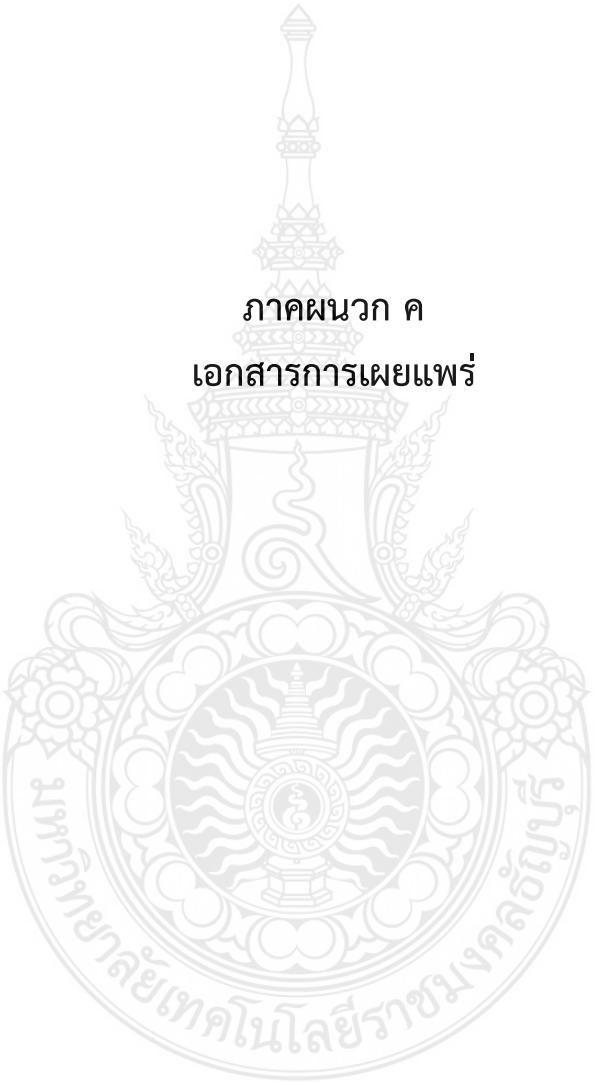


(จ)

รูปที่ ข.4 (ก) อุ่นบล็อกด้วยเครื่องอัดไฮดรอริก (ข) แผ่นยางเคมีเรียงใส่บล็อก (ค) บล็อกเข้าเครื่องอัดไฮดรอริก (ง) บล็อกเข้าเครื่องอัดไฮดรอริก และ (จ) แผ่นยางที่นำออกจากบล็อก

รูปที่ ข.5 ผลิตภัณฑ์แผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

ภาคผนวก ค
เอกสารการเผยแพร่



มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
16/10 หมู่ 2 ถนนเลียบคลองทวีวัฒนา
แขวงทวีวัฒนา เขตทวีวัฒนา กทม. 10170
โทร. 0-2800-6800-5 โทรสาร. 0-2800-6806

BANGKOKTHONBURI UNIVERSITY
16/10 Moo 2 Leabklong Thawi Watthana Rd.,
Thawi Watthana, Bangkok 10170.
Telephone 0-2800-6800-5 Facsimile 0-2800-6806
www.bkkthon.ac.th

ที่ 134.7/63

1 กุมภาพันธ์ 2564

เรื่อง หนังสือตอบรับบทความวิจัยในการเข้าร่วมประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 9

เรียน **คุณวิภาภรณ์ เสือพ่วง**

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัย **"การพัฒนาแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด"** เพื่อร่วมนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 9 **"การสร้างสรรค์ นวัตกรรม เพื่อเสริมสร้างวิถีชีวิตใหม่"** บัดนี้ บทความวิจัยได้ผ่านการตรวจสอบจาคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิเรียบร้อยแล้ว และขอตอบรับบทความของท่านเพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ในหนังสือประชุมวิชาการ และร่วมงานประชุมวิชาการในครั้งนี้

คณะผู้จัดงานขอแสดงความขอบคุณและยินดีต้อนรับท่าน ในวันอาทิตย์ที่ 25 เมษายน 2564 เวลา 08.00-16.00 น. ณ อาคารปฏิบัติการโรงแรม ชั้น 1 และชั้น 2 มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สถิตย์ นิยมญาติ)
รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ

การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 9

"การสร้างสรรค์ นวัตกรรม เพื่อเสริมสร้างวิถีชีวิตใหม่"

Creating a New Innovation for a New Lifestyle

เกียรติบัตรฉบับนี้ให้ไว้ เพื่อแสดงว่า

วิภาภรณ์ เสือพ่วง

นำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ภาคนิทรรศการ

เรื่อง การพัฒนาแผ่นพื้นรองเท้าจากยางพาราผสมเปลือกมังคุด

ประชุมวิชาการผ่านระบบออนไลน์ (Zoom)

วันที่ 25 เมษายน 2564 เวลา 9.00 – 16.00 น. มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

(รองศาสตราจารย์ ดร.สถิตย์ นิยมญาติ)

รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.บังอร เบ็ญจาธิกุล)

อธิการบดี

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาววิภาภรณ์ เสือพ่วง

วัน เดือน ปีเกิด 20 พฤศจิกายน 2536

ที่อยู่ 13/7 หมู่ 1 ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

การศึกษา ปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ สาขาเทคโนโลยีงานประดิษฐ์สร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประสบการณ์ทำงาน บริษัท มิลเลี่ยนแนร์ฟรีซดราย จำกัด พ.ศ. 2560 ถึง ปัจจุบัน

ตำแหน่ง ผู้จัดการโรงงาน (Factory Manager)

เริ่มปฏิบัติงาน เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564 ถึง ปัจจุบัน

ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่การประกันคุณภาพ หรือ Quality Assurance: QA

เริ่มปฏิบัติงาน เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2563 ถึง เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2564

ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่การควบคุมคุณภาพ หรือ Quality Control: QC

เริ่มปฏิบัติงาน เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2563

ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ฝ่ายเอกสาร (Documentation Officer)

เริ่มปฏิบัติงาน เดือน เมษายน พ.ศ. 2562 ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2562

ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ฝ่ายธุรการ (Administrative Staff)

เริ่มปฏิบัติงาน เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือน เมษายน พ.ศ. 2562

ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายควบคุมการผลิต (Production Control Manager)

เริ่มปฏิบัติงาน เดือน มกราคม พ.ศ. 2561 ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2561

ตำแหน่ง ผู้จัดการฝ่ายผลิต (Manufacturing Manager)

เริ่มปฏิบัติงาน เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2560 ถึง เดือน มกราคม พ.ศ. 2561

เบอร์โทร 091-0965989

อีเมล์ 1160706060184@mail.rmutt.ac.th