การค้นหาปัจจัยการผลิตที่ส่งผลทำให้ผลิตเกิดจุดขาว ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล กรณีศึกษา โรงงานยางแท่ง บริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด (มหาชน) สาขาห้วยนาง จังหวัดตรัง

Data Mining Technique for Determining the Causes of White Spots in Rubber Products During Processing: A Case Study of STR Production at Sritrang Agro Industry, Co. Ltd., Huainang Factory, Trang Province

กฤษณ์ นวลจันทร์

Krit Nuanjan

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Management of Information Technology Prince of Songkla University

2556

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การค้นหาปัจจัยการผลิตที่ส่งผลทำให้ผลิตเกิดจุดขาว ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล กรณีศึกษา โรงงานยางแท่ง บริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด(มหาชน) สาขาห้วยนาง จังหวัดตรัง

ผู้เขียน นายกฤษณ์ นวลจันทร์

สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ราม แย้มแสงสังข์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาดา เวทย์ประสิทธิ์)

.....กรรมการ

(ดร.เดือนเพ็ญ กชกรจารุพงศ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

…….....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้เป็นผลมาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และขอแสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

ลงชื่อ…….....……

(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ…….....….

(นายกฤษณ์ นวลจันทร์)

นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ…….....…

(นายกฤษณ์ นวลจันทร์)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การค้นหาปัจจัยการผลิตที่ส่งผลทำให้ผลิตเกิดจุดขาวด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล กรณีศึกษา โรงงานยางแท่ง บริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด(มหาชน) สาขาห้วยนาง จังหวัดตรัง

ผู้เขียน นายกฤษณ์ นวลจันทร์

สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

ปีการศึกษา 2555

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อค้นหาปัจจัยการผลิตที่ส่งผลให้เกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง กรณีศึกษาบริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด(มหาชน) สาขาห้วยนาง ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล (Data mining) ซึ่งดำเนินการวิจัยโดยการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของยางแท่งเอสทีอาร์ ได้แก่ ดัชนีความอ่อนตัว ความหนืด ปริมาณสิ่งระเหย การศึกษาองค์ประกอบธาตุ และศึกษาโครงสร้างพื้นผิวของยางจุดขาว จากการทดสอบพบว่า กระบวนการการอบยาง เป็นกระบวนการสำคัญที่ส่งผลให้การผลิตเกิดจุดขาวในกระบวนการผลิต ซึ่งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อุณหภูมิตั้งค่าเริ่มต้น อุณหภูมิเกิดขึ้นจริง อุณหภูมิภายในเตา ระยะเวลาการอบยาง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักยางแห้ง (DRC) อุณหภูมิภายนอก ความชื้นภายนอก ความเร็วลมเฉลี่ย และเกรดยาง ได้วิเคราะห์และค้นหาความสัมพันธ์ของปัจจัยดังกล่าว โดยการทดสอบข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลด้วยวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ผลการศึกษาพบว่า ความชื้นเป็นปัจจัยหลักที่ต้องนำมาพิจารณาวิเคราะห์กำหนดค่าควบคุมปัจจัยการผลิตภายใน เพื่อให้ได้ผลผลิตตามความต้องการ ควบคุมการผลิตให้เกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่งให้น้อยที่สุด

คำสำคัญ: ยางแท่ง สิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาว และเหมืองข้อมูล

Thesis Title	Data Mining Technique for Determining the Causes of White Spots in Rubber Products During Processing: A Case Study of STR Production at Sritrang Agro Industry, Co. Ltd., Huainang Factory, Trang
Author	Mr.Krit Nuanjan
Major Program	Management Information Technology
Academic Year	2012

ABSTRACT

The purpose of this study aims to research and experiment on data mining technique for determining causes of the white spots in rubber products during processing via a case study of STR Production at Sritrang Agro Industry, Co. Ltd., Huainang Factory. This research was approached by testing the qualifications of Technically Specified Rubber or block rubber, which include plasticity retention, constant viscosity, and moisture content indexes. The result itself revealed that moisture content affected the white spots infection in rubber products. The related factors such as initially default temperature, actual temperature, internal temperature, and external temperature of drying burner, drying time period, dry rubber content (DRC), and humidity ratio, were significantly researched by decision tree model. It is found that humidity ratio is an important factor that has to be considered for control the rubber drying process that leads to the satisfied products and minimized the white spot in the STR producing.

Key Words: TSR, block rubber, white spots, data mining

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี ทั้งนี้เนื่องด้วยความเมตตาช่วยเหลือและให้การสนับสนุนอย่างดียิ่งจากบุคคลหลายท่านคือ

รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางในการดำเนินการวิทยานิพนธ์ สนับสนุนให้ผู้วิจัยได้ทำงานวิจัยครั้งนี้ให้เสร็จสมบูรณ์ในที่สุด และเป็นกำลังใจให้แก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

คณะกรรมการสอบทุกท่าน ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ราม แย้มแสงสังข์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาดา เวทย์ประสิทธิ์ และ ดร.เดือนเพ็ญ กชกรจารุพงศ์ ที่สละเวลามาเป็นกรรมการสอบ

แผนกห้องปฏิบัติการ สังกัดฝ่ายคุณภาพ และฝ่ายผลิต บริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด(มหาชน) สาขาห้วยนาง อีกทั้ง ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่ให้ความอนุเคราะห์วิเคราะห์ข้อมูลและความรู้ในการดำเนินการวิจัยมาเป็นอย่างดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย

คุณพ่อสิรวิชญ์ และคุณแม่นาฏยา นวลจันทร์ พร้อมทั้งภรรยา และลูก ๆ ครอบครัวของข้าพเจ้าที่แสนอบอุ่น ที่อยู่เบื้องหลังความสำเร็จที่ได้ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน และให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้า ตลอดมา

รวมทั้งน้องกนิกนันต์ กล้าหาญ น้องดุษยา จันทรัตน์ น้องสุดา สุวรรณชาตรี และพี่ๆ เพื่อนๆ ท่านอื่นที่ดีต่อข้าพเจ้าอยู่เสมอ และคอยช่วยเหลือ แลกเปลี่ยนประสบการณ์ พร้อมทั้งให้คำปรึกษาในการดำเนินงานวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้า

ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณทุกท่านมา ณ ที่นี้ด้วย

กฤษณ์ นวลจันทร์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... (5)
ABSTRACT ..... (6)
กิตติกรรมประกาศ ..... (7)
สารบัญ ..... (8)
รายการตาราง ..... (10)
รายการภาพประกอบ ..... (12)
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 7
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย 8
1.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย 8
1.7 ข้อจำกัดของงานวิจัย 9
1.8 นิยามศัพท์เฉพาะ 9
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ 11
2.1 ยางธรรมชาติ 11
2.2 กระบวนการผลิต 17
2.3 การทดสอบคุณสมบัติของยางแท่งเอสทีอาร์ 22
2.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ และโครงสร้างพื้นผิว 23
2.5 เทคนิคเหมืองข้อมูล (Data mining) 28
2.6 การตัดเกรดยาง 37
2.7 โปรแกรมสำหรับวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูล 39

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 เครื่องมือ และวิธีการดำเนินการวิจัย....42
3.1 การเตรียมตัวอย่างยางทดสอบ....42
3.2 ขั้นตอนการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานยางแท่งเอสทีอาร์....44
3.3 ขั้นตอนการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ และโครงสร้างพื้นผิว....47
3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล....48
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย....57
4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของยางแท่งเอสทีอาร์....57
4.2 ผลการศึกษาวิเคราะห์โครงสร้างองค์ประกอบธาตุ และโครงสร้างพื้นผิว....62
4.3 ผลการศึกษาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล....67
4.4 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลกระทบของปัจจัยที่มีต่อการเกิดจุดขาว ในกระบวนการผลิตยางแท่ง....70
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ....79
5.1 สรุปผลการวิจัย....79
5.2 ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัย....82
5.3 อุปสรรคและปัญหาในการดำเนินการวิจัย....84
5.4 ข้อเสนอแนะในการดำเนินการวิจัย....85
เอกสารอ้างอิง....87
ภาคผนวก....89
ภาคผนวก ก: ผลการจัดเตรียมข้อมูลวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูล....90
ภาคผนวก ข: ผลการวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูล....95
ภาคผนวก ค: คู่มือการใช้งานโปรแกรม Weka 3.6.7....101
ภาคผนวก ง: ผลการทดสอบด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM)....110
ภาคผนวก จ: ผลงานตีพิมพ์และเผยแพร่....111
ประวัติผู้เขียน....117

รายการตาราง

ตาราง **หน้า**

ตาราง 1-1 มูลค่าการส่งออก 2
ตาราง 1-2 ปริมาณความต้องการใช้ยางพาราของโลกปี 2550-2553 3
ตาราง 2-1 สัดส่วนของส่วนประกอบของน้ำยางสด....12
ตาราง 2-2 เกณฑ์ให้เกรดจุดขาว 37
ตาราง 2-3 ระดับของปัญหาจุดขาว (เกรด F) 37
ตาราง 3-1 ตารางแสดงคำนิยามเกรดยาง 49
ตาราง 3-2 ตารางฐานข้อมูลอุณหภูมิภายใน....50
ตาราง 3-3 ตารางฐานข้อมูลอุหภูมิภายนอก....50
ตาราง 3-4 ผลการจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation) 52
ตาราง 3-5 ตารางกำหนดค่าพารามิเตอร์ Neural Network....54
ตาราง 3-6 ตารางกำหนดค่าพารามิเตอร์ Decision Tree....55
ตาราง 3-7 ค่าพารามิเตอร์วิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ 55
ตาราง 3-8 ค่าพารามิเตอร์วิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจเปรียบเทียบปัจจัย....55
ตาราง 4-1 การเปรียบเทียบค่าดัชนีความอ่อนตัวระหว่างยางที่มีจุดขาวและไม่มีจุดขาว....57
ตาราง 4-2 การเปรียบเทียบค่าความหนืดระหว่างยางที่มีจุดขาวและไม่มีจุดขาว 58
ตาราง 4-3 การเปรียบเทียบค่าปริมาณสิ่งระเหยระหว่างยางที่มีจุดขาวและไม่มีจุดขาว 58
ตาราง 4-4 ผลการทดสอบค่าปริมาณสิ่งระเหย(ความชื้น) 45 ตัวอย่าง....60
ตาราง 4-5 ตารางผลการทดสอบเปรียบเทียบโครงสร้างธาตุยางที่มีจุดขาว และยางที่ไม่มีจุดขาว ...62
ตาราง 4-6 ผลเปรียบเทียบตัวแบบในการวิเคราะห์ข้อมูล 67
ตาราง 4-7 ผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ 68
ตาราง 4-8 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ 68
ตาราง 4-9 Confusion Matrix....69
ตาราง 4-10 TP Rate & FP Rate....69
ตาราง 4-11 เปอร์เซ็นต์ Confusion Matrix....69

รายการตาราง(ต่อ)

ตาราง **หน้า**

ตาราง 4-12 ผลการวัดประสิทธิภาพของตัวแบบเปรียบเทียบปัจจัย 69

ตาราง 4-13 Confusion Matrix Remove Attributes 70

ตาราง 4-14 กฎการตัดสินใจจากการวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูล 76

ตาราง ข-1 ตาราง Summary เปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบ 95

ตาราง ข-2 ตาราง Accuracy By Class เปรียบเทียบตัวแบบ Decision Tree 95

ตาราง ข-3 ตาราง Accuracy By Class เปรียบเทียบตัวแบบ Neural Network 96

ตาราง ข-4 ตาราง Confusion Matrix ตัวแบบ Decision Tree 96

ตาราง ข-5 ตาราง Confusion Matrix ตัวแบบ Neural Network 96

ตาราง ข-6 ตาราง Summary Remove Attribute 97

ตาราง ข-7 ตาราง Accuracy By Class Remove Attribute 97

ตาราง ข-8 ตาราง Confusion Matrix Remove Attributes 97

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

ภาพประกอบ 1-1 ผลผลิตรวม และผลผลิตต่อไร่ ปี 2553 – 2555.....2
ภาพประกอบ 1-2 สัดส่วนมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางพารา แยกตามประเทศ.....3
ภาพประกอบ 1-3 ปริมาณความต้องการใช้ยางพาราของโลกปี 2550-2553.....4
ภาพประกอบ 2-1 สูตรโมเลกุลของไอโซพรีนและพอลิไอโซพรีน.....12
ภาพประกอบ 2-2 ส่วนประกอบของน้ำยางสด หรือยางธรรมชาติ.....13
ภาพประกอบ 2-3 ผังผลิตน้ำยางข้นโดยวิธีการปั่น และการผลิตยางสกิม.....14
ภาพประกอบ 2-4 การผลิตยางแผ่นรมควัน.....16
ภาพประกอบ 2-5 พื้นศึกษา.....17
ภาพประกอบ 2-6 พื้นที่โรงงาน.....18
ภาพประกอบ 2-7 พื้นที่สำนักงาน.....19
ภาพประกอบ 2-8 กระบวนการผลิตยางเครพจากเศษยาง.....20
ภาพประกอบ 2-9 กระบวนกการผลิตยางแท่งจากยางเครพ.....21
ภาพประกอบ 2-10 ภาพการกำหนดชั้นและขีดจำกัดสมบัติต่างๆของยางแท่งเอสทีอาร์.....23
ภาพประกอบ 2-11 เครื่อง Transmission electron microscope (TEM).....24
ภาพประกอบ 2-12 ส่วนประกอบและการทำงานของเครื่อง TEM.....25
ภาพประกอบ 2-13 ภาพโครงสร้างนาโนที่ได้จากการสำรวจของเครื่อง TEM.....25
ภาพประกอบ 2-14 เครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM).....26
ภาพประกอบ 2-15 ส่วนประกอบและการทำงานของเครื่อง SEM.....27
ภาพประกอบ 2-16 ภาพโครงสร้างนาโนที่ได้จากการสำรวจของเครื่อง SEM.....27
ภาพประกอบ 2-17 Knowledge Discovery Process.....29
ภาพประกอบ 2-18 Cross –Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM).....30
ภาพประกอบ 2-19 Classification Process.....33
ภาพประกอบ 2-20 ตัวอย่างของ Decision Tree.....34

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

ภาพประกอบ 2-21 การประมวลผลของนิวรอลเน็ต 35
ภาพประกอบ 2-22 ตัวอย่าง Clustering หรือการจัดกลุ่ม K-means Clustering 36
ภาพประกอบ 2-23 ยางเกรด A 38
ภาพประกอบ 2- 24 ยางเกรด B 38
ภาพประกอบ 2-25 ยางเกรด F1 38
ภาพประกอบ 2- 26 ยางเกรด F2/F3 38
ภาพประกอบ 2-27 ยางเกรด F4 38
ภาพประกอบ 2-28 โปรแกรม Weka 39
ภาพประกอบ 2-29 โปรแกรม Rapid Miner 39
ภาพประกอบ 2-30 โปรแกรม KNIME 39
ภาพประกอบ 2-31 Weak GUI Chooser 40
ภาพประกอบ 2-32 Weka Explorer 40
ภาพประกอบ 3-1 ภาพวิธีการตัดตัวอย่างยางขนาด 5.5*7 นิ้ว 43
ภาพประกอบ 3-2 ภาพแสดงจุดการสุ่มตัดตัวอย่างยาง 3 จุด 43
ภาพประกอบ 3-3 ภาพตัวอย่างยางที่เป็นจุดขาว ขนาด 5.5*7 นิ้ว 44
ภาพประกอบ 3-4 ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากตาราง 3-2 กับตาราง 3-3 51
ภาพประกอบ 3-5 การจัดเตรียมข้อมูล 51
ภาพประกอบ 3-6 ภาพ Visualize Avg. Wind Speed 53
ภาพประกอบ 3-7 ภาพ Visualize Temperature 53
ภาพประกอบ 3-8 ภาพ Visualize Humidity 53
ภาพประกอบ 3-9 ภาพ Visualize DRC 54
ภาพประกอบ 3-10 ภาพ Visualize Runtime 54
ภาพประกอบ 4-1 เปรียบเทียบผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของยางแท่งเอสทีอาร์ 59

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

ภาพประกอบ 4-2 เปรียบเทียบผลการทดสอบปริมาณสิ่งระเหย(ความชื้น).....62

ภาพประกอบ 4-3 ผลการทดสอบโครงสร้างธาตุยางจุดขาว (Rubber with White spot).....63

ภาพประกอบ 4-4 ผลการทดสอบโครงสร้างธาตุยางไม่มีจุดขาว (Rubber without White spot).....63

ภาพประกอบ 4-5 ภาพยางจุดขาว ขยาย X 300.....64

ภาพประกอบ 4-6 ภาพยางจุดขาว ขยาย X 350.....64

ภาพประกอบ 4-7 ภาพยางจุดขาว ขยาย X 500.....65

ภาพประกอบ 4-8 ภาพยางไม่มีจุดขาว ขยาย X 300.....65

ภาพประกอบ 4-9 ภาพยางไม่มีจุดขาว ขยาย X 350.....66

ภาพประกอบ 4-10 ภาพยางไม่มีจุดขาว ขยาย X 500.....66

ภาพประกอบ 4-11 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ แกน X ระยะเวลาการอบยาง และแกน Y กำหนดค่าเป็นความเร็วลมภายนอก.....71

ภาพประกอบ 4-12 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ แกน X ระยะเวลาการอบยาง และแกน Y กำหนดค่าเป็นอุณหภูมิภายนอก.....72

ภาพประกอบ 4-13 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ แกน X ระยะเวลาการอบยาง และแกน Y กำหนดค่าเป็นความชื้นภายนอก.....73

ภาพประกอบ 4-14 ตัวอย่างวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยภายใน.....74

ภาพประกอบ 4-15 ตัวอย่างวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยภายใน.....75

ภาพประกอบ ก-1 ภาพ Visualize Avg. Wind Speed.....90

ภาพประกอบ ก-2 ภาพ Visualize Temperature.....90

ภาพประกอบ ก-3 ภาพ Visualize Humidity.....90

ภาพประกอบ ก-4 ภาพ Visualize DRC.....91

ภาพประกอบ ก-5 ภาพ Visualize Set Temp (B1).....91

ภาพประกอบ ก-6 ภาพ Visualize Actual Temp (B1).....91

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

ภาพประกอบ ก-7 ภาพ Visualize IN Temp (B1) 92
ภาพประกอบ ก-8 ภาพ Visualize Set Temp (B2) 92
ภาพประกอบ ก-9 ภาพ Visualize Actual Temp (B2) 92
ภาพประกอบ ก-10 ภาพ Visualize IN Temp (B2) 93
ภาพประกอบ ก-11 ภาพ Visualize Set Temp (B3) 93
ภาพประกอบ ก-12 ภาพ Visualize Actual Temp (B3) 93
ภาพประกอบ ก-13 ภาพ Visualize IN Temp (B3) 94
ภาพประกอบ ก-14 ภาพ Visualize Runtime 94
ภาพประกอบ ก-15 ภาพ Visualize Rubber Grade 94
ภาพประกอบ ข-1 ผลการวิเคราะห์เหมืองข้อมูล 98
ภาพประกอบ ค-1 การเข้าสู่ขั้นตอนแรกการเตรียมข้อมูล 101
ภาพประกอบ ค-2 ขั้นตอน Preprocess 102
ภาพประกอบ ค-3 การ Import ข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม 102
ภาพประกอบ ค-4 การ Remove Attribute ที่ไม่จำเป็นออก 103
ภาพประกอบ ค-5 ขั้นตอนการจัดการข้อมูลให้เหมาะสมกับตัวแบบที่นำมาทดสอบ 104
ภาพประกอบ ค-6 ผลการจัดเตรียมข้อมูล 105
ภาพประกอบ ค-7 การเลือก Model วิเคราะห์ข้อมูล 106
ภาพประกอบ ค-8 หน้าต่างปรับค่าพารามิเตอร์ 107
ภาพประกอบ ค-9 เลือก Test Option ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูล 108
ภาพประกอบ ค-10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 108
ภาพประกอบ ค-11 การแสดงผลทดสอบ แบบ Visualize 109
ภาพประกอบ ง-1 ผลการทดสอบด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) 110
ภาพประกอบ จ-1 เกียรติบัตรรับรองการนำเสนอผลงาน 112

รายการภาพประกอบ(ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

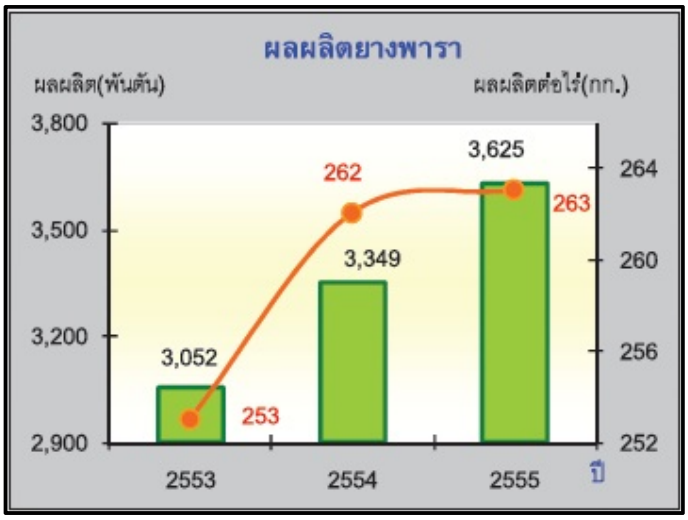
ภาพประกอบ จ-2 หน้าปกหนังสือเรื่องเต็มการประชุมวิชาการ 113
ภาพประกอบ จ-3 เนื้อหาบทความนำเสนอวิชาการ หน้า 202 114
ภาพประกอบ จ-4 เนื้อหาบทความนำเสนอวิชาการ หน้า 203 115
ภาพประกอบ จ-5 เนื้อหาบทความนำเสนอวิชาการ หน้า 204 116

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

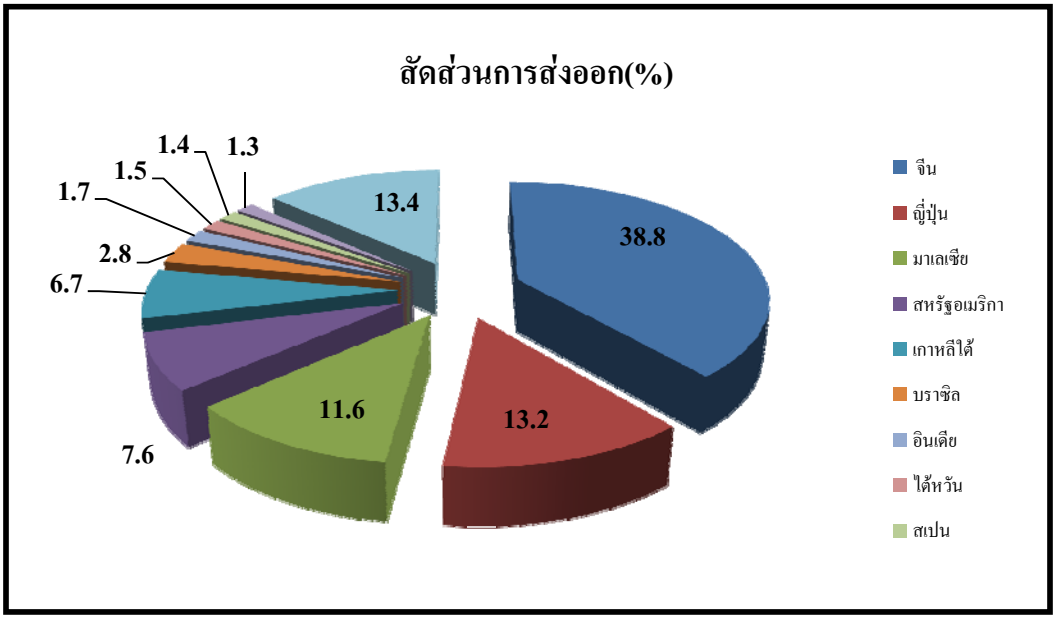
ปัจจุบันอุตสาหกรรมยางได้มีการขยายตัวขึ้นอย่างมาก โดยเฉพาะอุตสาหกรรมยางแท่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ประเทศไทยเป็นประเทศส่งออกเป็นอันดับหนึ่งของโลก จากข้อมูลสถาบันวิจัยยาง [1] เนื้อที่ปลูกยางพาราในปี 2554 เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 7 ต่อปีจากปี 2552 คิดเป็นเนื้อที่ปลูกยางพาราเพิ่มขึ้นปี 2554 จำนวน 18.461 ล้านไร่ ความได้เปรียบในวัตถุดิบทำให้ประเทศไทศไทยมีวัตถุดิบที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในช่วงปี 2553-2555 ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 3.625 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากปี2554 0.276 ล้านตัน หรือร้อยละ 8.25 ผลผลิตต่อไร่ทั้งประเทศ 263 กิโลกรัม เพิ่มขึ้น จากปี 2554 1 กิโลกรัม หรือร้อยละ 0.38 (ภาพประกอบ 1-1) [2] ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี จากข้อมูลสถานการณ์การส่งออก[4] พบว่าสถานการณ์ปัจจุบันอุตสาหกรรมสร้างมูลค่าการส่งออกให้กับประเทศเป็นอย่างมากติดอันดับสินค้าส่งออกที่สำคัญ 10 อันดับแรก มูลค่า 368,873 ล้านบาท โดยส่งออกตามประเทศต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1-1 [3] นอกจากการพื้นที่เพาะปลูก และผลผลิตรวมที่เพิ่มขึ้นรวมทั้งสร้างมูลค่าการส่งออกที่สูงขึ้น ทำให้ความต้องการผลิตภัณฑ์จากยางธรรมชาติมีมูลค่าที่เพิ่มสูงขึ้น จากข้อมูลฝ่ายวิจัยธุรกิจธนาคารเพื่อการส่งออกและนำเข้าแห่งประเทศไทย [4] พบว่า การผลิตยางพาราภายในประเทศมีแนวโน้มผลผลิตที่เพิ่มขึ้นจำนวนมากในปี 2553 ประมาณ 3,252,135 เมตริกตันต่อปี ซึ่งจากข้อมูลยางแท่งมีผลผลิตสูงถึงร้อยละ 40 ของผลผลิตยางทั้งหมด เพิ่มจากปี 2552 ร้อยละ 14 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปี 2554 ร้อยละ 6.80 ด้วยการขยายกำลังการผลิตภายในประเทศ ประกอบกับการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูก มีผลจากปริมาณความต้องการใช้ยางพาราของโลก มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ดังแสดงตาราง 1-2 [4]



ภาพประกอบ 1-1 ผลผลิตรวม และผลผลิตต่อไร่ ปี 2553 – 2555 [2]

ตาราง 1- 1 มูลค่าการส่งออก [3]

ประเทศ		2554/2011	
		มูลค่า (ล้านบาท)	สัดส่วน(%)
1	จีน	143,284.9	38.8
2	ญี่ปุ่น	48,856.0	13.2
3	มาเลเซีย	42,694.7	11.6
4	สหรัฐอเมริกา	28,078.3	7.6
5	เกาหลีใต้	24,855.5	6.7
6	บราซิล	10,391.2	2.8
7	อินเดีย	6,385.0	1.7
8	ไต้หวัน	5,480.1	1.5
9	สเปน	5,340.2	1.4
10	โปแลนด์	4,903.0	1.3
11	ประเทศ อื่น ๆ	48,604.1	13.4

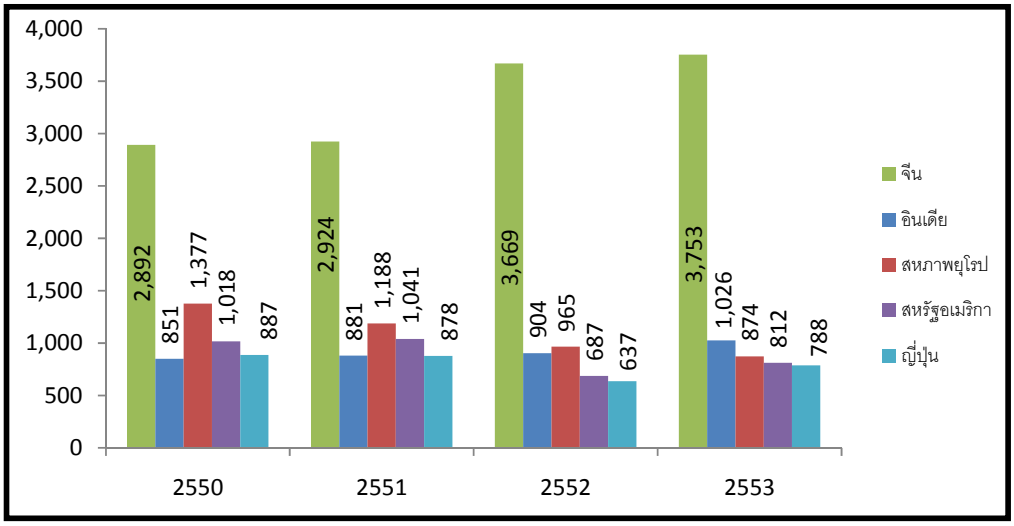


ภาพประกอบ 1-2 สัดส่วนมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์ยางพารา แยกตามประเทศ

ตาราง 1- 2 ปริมาณความต้องการใช้ยางพาราของโลกปี 2550-2553 [4]

	2550	**2551**	**2552**	**2553**
จีน	2,892	2,924	3,669	3,753
%	4.0	1.1	25.5	2.3
อินเดีย	851	881	904	1,026
%	4.4	3.5	2.6	13.5
สหภาพยุโรป	1,377	1,188	965	874
%	5.8	-13.7	-18.7	-9.4
สหรัฐอเมริกา	1,018	1,041	687	812
%	1.5	2.3	-34.0	18.2
ญี่ปุ่น	887	878	637	788
%	1.5	-1.0	-27.4	23.7
โลก	10,224	10,154	9,547	10,407
%	5.3	-0.7	-6.0	9.0

หมายเหตุ : หน่วย พันตัน



ภาพประกอบ 1-3 ปริมาณความต้องการใช้ยางพาราของโลกปี 2550-2553

จากความต้องการใช้ยางพาราโลกที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น หลายบริษัทในกลุ่มอุตสาหกรรมยางพาราให้ความสนใจ และเล็งเห็นถึงความสำคัญในการขยายฐานการผลิตภายในประเทศ รวมทั้งการปรับปรุงพัฒนาคุณภาพกระบวนการผลิต และการผลิตที่ทันต่อความต้องการ บริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด(มหาชน) สาขาห้วยนาง เป็นบริษัทภายในกลุ่มยางแท่งที่ผลิตยางแท่งเอสทีอาร์ 20 เป็นหลัก มีกำลังการผลิตยางแท่ง 4,000 ตันต่อเดือน หรือ 52,800 ตันต่อปี ด้วยกำลังการผลิตที่มีอยู่ และการผลิตที่มีคุณภาพ สามารถส่งผลิตภัณฑ์ได้ทันต่อความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี อีกทั้งการผลิตด้วยต้นทุนที่ต่ำ เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของกลุ่มบริษัทศรีตรัง ให้สามารถแข่งขัน และสร้างความได้เปรียบในตลาดโลกปัจจุบัน

การค้นหาปัจจัยการผลิต และนำข้อมูลปัจจัยการผลิตมาวิเคราะห์ให้เกิดประสิทธิภาพเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง จะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นหลักวิชาการในการอ้างอิง ที่มาจากการวิเคราะห์ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ จากฐานข้อมูลที่มีจำนวนมาก ทำให้ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ด้วยคนได้ การใช้เทคโนโลยีสารเทศเป็นวิธีการหนึ่งที่ลดระยะเวลาในการวิเคราะห์ และมีความแม่นยำสูง ทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ นำมาใช้ประโยชน์ในการวางแผนการผลิต การควบคุมการผลิตให้ได้ปริมาณตามที่กำหนด และการนำข้อมูลไปสู่การวิเคราะห์ตัดสินใจเบื้องต้นในผลิตยางแท่งที่มีคุณภาพ ทันต่อความต้องการของลูกค้า ขั้นตอนการผลิตยางแท่งมีกระบวนการที่สำคัญหลายกระบวนการ ไม่ว่าจะเป็นขั้นตอนการผลิตยางเครพ การเก็บรักษายาง

การนำยางเครพมาผลิตเป็นยางแท่ง การอบยาง การผลิตที่ได้คุณภาพถูกกำหนดด้วยค่าคุณสมบัติความชื้น ค่าความหนืด ค่าความอ่อนตัว ความสำคัญในการส่งออก และปริมาณสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาว ที่เกิดในกระบวนการผลิตยางแท่งส่งผลกระทบต่อการส่งออก เป็นสิ่งปนเปื้อนที่ไม่สามารถบริหารจัดการได้ในขั้นตอนการผลิต จากข้อมูลพบว่า ปริมาณสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาว (Contaminate White Spot) มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยปี 2554 พบว่าแยกสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาวแยกเป็นเกรด A, B และ F1-F4 คิดเป็นร้อยละ 6, 38 และ56 ตามลำดับ การผลิตยางแท่งที่มีสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาวจะส่งผลต่อการส่งออกผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดต้นทุนการเก็บรักษายาง ต้นทุนด้านแรงงานในการตรวจสอบคุณภาพยางก่อนการส่งออกที่เพิ่มขึ้นโดยไม่จำเป็น ซึ่งเป็นต้นทุนที่สูงและไม่สามารส่งออกได้ทันต่อความต้องการ จะทำให้บริษัทเสียเปรียบในการแข่งขันในตลาดอุตสาหกรรมส่งออกยางพารา

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตในกระบวนการผลิตยางแท่งโดยนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลโดยวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ที่ใช้แพร่หลายโดยทั่วไป ซึ่งเหมาะสมกับข้อมูลที่มีจำนวนมากซับซ้อน รวมทั้งได้ทดสอบโครงสร้างทางเคมี และโครงสร้างทางจุลภาคควบคู่ไปด้วย เพื่อค้นหากระบวนการผลิตหลักที่ส่งผลต่อการเกิดจุดขาวในกระบวนการผลิต จากนั้นตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลด้วยขั้นตอน Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) จะสามารถระบุผลกระทบของแต่ละปัจจัยการผลิตในกระบวนการผลิตยางแท่งที่ส่งผลทำให้ผลิตเกิดจุดขาวได้อย่างแท้จริง สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาใช้ในการวางแผนการผลิต ลดปริมาณสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาวให้น้อยที่สุด อีกทั้งสามารถลดต้นทุนการเก็บรักษา และต้นทุนด้านแรงงานทำให้การบริหารจัดการยางจุดขาวที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตยางแท่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาประเด็นหลัก ๆ คือ ประเด็นการค้นหากระบวนการผลิตหลัก ที่ส่งผลกระทบทำให้การผลิตเกิดจุดขาว และศึกษาหลักการอบแห้งของยางธรรมชาติ ซึ่งมีงานวิจัยดังต่อไปนี้

สุเทียน สะนัย [5] ได้ศึกษาและวิเคราะห์พารามิเตอร์อบแห้งของยางแท่ง ยางแผ่นและยางถ้วย ได้แก่ ความชื้นสมดุล ความหนาแน่นปรากฏ เปอร์เซ็นต์ช่องว่างของอากาศ ความจุความร้อนจำเพาะ และค่าสัมประสิทธิ์ การแพร่โดยความชื้นเริ่มต้นจะอยู่ในช่วง 20-80% มาตรฐานแห้ง (Dry-basic) ทำให้เห็นว่า ความหนาแน่นปรากฏ และความจุความร้อนจำเพาะจะเป็นฟังก์ชั่น

เชิงเส้นเริ่มต้น ขณะที่เปอร์เซ็นต์ช่องว่างของอากาศจะมีค่าลดลงเมื่อความชื้นเริ่มต้นเพิ่มขึ้น โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้งชั้นบางสำหรับยางธรรมชาติ พบว่า สมการแบบเอมพิริคัสของ Midilli และคณะ (2002) สามารถอธิบายผลการทดลองได้ดีที่สุด และสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นจะเป็นฟังก์ชันเอ็กซ์โปเนนเชียลกับอุณหภูมิของการอบแห้ง

ธิรา แดงกนิษฐ และคณะ [6] ศึกษากรรมวิธีผลิตยางก้อน โดยให้น้ำยางจับตัวกับกรด 2 ชนิด เปรียบเทียบการจับตัวโดยวิธีธรรมชาติ พบว่าการยางก้อนขนาด 100, 200 และ 300 cc. ที่จับตัวโดยวิธีธรรมชาติมีการจับตัวไม่สมบูรณ์ ก้อนยางมีสีคล้ำและเหม็น ยางก้อนที่มีคุณภาพก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตยางแท่งจับตัวด้วยกรด Formic ทั้งขนาด 100, 200 และ 300 cc.หลังจากผึ่งไว้ 1 วัน น้ำหนักจะลดลงเรื่อย ๆ จนเริ่มคงที่ โดยประมาณวันที่ 6-7 ของการเก็บรักษาเปอร์เซ็นต์ความชื้นในยางลดลง และ มีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้งเพิ่มขึ้น

Cousin และคณะ [7] ได้ทำการศึกษาการอบแห้งเศษยางธรรมชาติ ด้วยอุณหภูมิ 100°C ความเร็วลม 1.2 m/s โดยการทำการวิเคราะห์กลไกการอบแห้ง การวัดค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของยาง ในการทดลองใช้ตัวอย่างยางหนา 30 เซนติเมตร น้ำหนักเริ่มต้น 10 กิโลกรัม โดยแบ่งยางออกเป็น 5 ชั้น และไม่มีการวนอากาศกลับมาใช้ใหม่ พบว่า ช่วงการอบแห้งมี 3 ช่วง ช่วงแรกชั้นยางจะอิ่มตัวด้วยน้ำ อุณหภูมิของอากาศและเม็ดยางจะเท่ากับอุณหภูมิของการเปาะเปียก ในช่วงที่ 2 เกิดการอบแห้งแบบอัตราคงที่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศและปริมาณน้ำในยางลดลงอย่างรวดเร็ว ช่วงที่ 3 จะเป็นช่วงอัตราอบแห้งลดลง อากาศที่ใช้อบแห้งจะเพิ่มขึ้น

Zhu Bing และคณะ [8] ได้ทำการศึกษาและพัฒนาระบบควบคุมการอบยางแห้งอัจฉริยะ ด้วยวิธีการ Fuzzy Control Algorithm ในการปรับแต่งอุณหภูมิ เพื่อที่จะรักษาอุณหภูมิในการอบให้คงที่ จากการทดลองพบว่า วิธีการควบคุมแบบ Fuzzy Control อุณหภูมิไม่คงที่ เมื่อเปรียบเทียบกับแบบ Interpolation Fuzzy Control ซึ่งทำให้การอบแห้งได้คุณภาพตามที่ต้องการ

ปิ่นพงษ์ คงชนะ [9] ศึกษาเกี่ยวกับการอบยางแห้ง เอส ที อาร์ 20 ตามมาตรฐานปัจจุบัน เพื่อความสิ้นเปลืองพลังงานต่ำ ใช้เครื่องอบแห้งระดับสาธิตใช้งาน ทดลองยางแท่งที่มีความชื้นเริ่มต้น 40-50% ของมาตรฐานแห้ง น้ำหนักประมาณ 19-21 กิโลกรัม มีระดับความหนา 0.25 เมตร และความเร็วลมร้อน 1.8-2.5 เมตรต่อวินาที โดยทดลองเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบที่ 1 การอบแบบต่อเนื่องภายใต้เงื่อนไขของอุณหภูมิอบแห้งในช่วง 108-130°C ทิศทางลมจากด้านบนลงล่าง ของชั้นยาง รูปแบบที่ 2 การอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 2 ช่วง ที่ 130°C และช่วงอุณหภูมิต่ำที่ 110° C ทิศทางลมจากด้านบนลงล่าง รูปแบบที่ 3 การอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 2 ช่วง ที่ 130°C และช่วงอุณหภูมิต่ำที่ 110°C ทิศทางลมจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบน พบว่าการอบแบบที่ 1 และ 2 ยางไม่ได้

มาตรฐาน มีลักษณะเยิ้มเหนียว เมื่อใช้อุณหภูมิสูงพบเม็ดสีขาวกระจายตัวอยู่ ส่วนแบบที่ 3 อยู่ในเกณฑ์ดี ไม่พบเม็ดสีขาวและเหนียวเยิ้ม

Satit Rodphulkdeekul และคณะ [10] ศึกษาเกี่ยวกับ ผลกระทบของการรมควันยางแผ่นว่ามีผลกระทบต่อโครงสร้างของยางแผ่น กรดไขมัน คุณสมบัติการไหลของเหลวจากน้ำยางกลายเป็นยางแผ่น ด้วยการเปรียบเทียบเทียบยาง 3 พันธุ์ คือ PRIM600, BPM24 และ PB235 Clones พบว่าการรมควันช่วยลดกรดไขมันในยางแผ่น และเพิ่มสารสกัดไขมัน หรือเป็นการทำให้ยางแผ่นแห้ง ไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้างโมเลกุลของยาง ทั้ง PO, PRI และML (1+4)100

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเด็นหลักการอบแห้งยางธรรมชาติ พบว่ามาตรฐานในการอบอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 110–130°C และกระบวนการอบแห้งยางธรรมชาติเกี่ยวข้องกับความชื้น และอุณหภูมิเป็นหลัก อีกทั้งวัตถุดิบที่มีคุณภาพเป็นปัจจัยอีกประการที่ช่วยให้การอบแห้งยางธรรมชาติ มีคุณภาพ ทั้งนี้จากการตรวจสอบงานวิจัยนำประโยชน์มาใช้ในการระบุกระบวนการผลิตที่มีผลกระทบโดยตรงต่อการผลิตเกิดจุดขาว ซึ่งการผลิตยางแท่งการอบเป็นกระบวนหลักสำคัญในการผลิตผลิตภัณฑ์ยางแท่ง สามารวิเคราะห์ค้นหาปัจจัยการผลิต หรือข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตยางแท่ง

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล

2. เพื่อวิเคราะห์ และเปรียบเทียบผลกระทบของปัจจัยที่มีต่อการเกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล ซึ่งงานวิจัยนี้ศึกษาค้นหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดจุดขาว และจำแนกปัจจัย ทำให้ได้ปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่อการเกิดจุดขาว

2. สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่ระบุถึงผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆที่ส่งผลต่อการเกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง เพื่อนำไปสู่การผลิตที่มีคุณภาพในอุตสาหกรรมผลิต และส่งออกยางพารา

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตทำให้เกิดจุดขาว ในกระบวนการผลิตยางแท่งเอสทีอาร์

2. วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตทำให้เกิดจุดขาว ในกระบวนการผลิตยางแท่งด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล

3. เปรียบเทียบ และลำดับความสำคัญของผลกระทบการผลิตที่เกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่งเอสทีอาร์

1.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ มีระเบียบวิธีวิจัยและขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. การศึกษาทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย

การศึกษาทฤษฎี ได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยการผลิต ขั้นตอนกระบวนการผลิตยางแท่ง ซึ่งได้อุณหภูมิมาตรฐานในการอบแห้งยางธรรมชาติที่อยู่ระหว่าง 110 –130°C

2. การทดสอบคุณสมบัติพื้นฐาน เปรียบเทียบระหว่างยางจุดขาว และไม่มีจุดขาว

การทดสอบคุณสมบัติพื้นฐาน เป็นขั้นตอนการทดสอบดัชนีความอ่อนตัว การทดสอบความหนืด และการทดสอบปริมาณสิ่งระเหย ได้ค่าการเปรียบเทียบที่มีความแตกต่างที่ชัดเจน คือ ค่าการทดสอบปริมาณสิ่งระเหย โดยใช้สูตรมาตรฐานการคำนวนการหาความชื้น

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ และโครงสร้างพื้นผิว เปรียบเทียบระหว่างยางจุดขาว และไม่มีจุดขาว

การวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาตร์ Scanning Electron Microscope เปรียบเทียบความแตกต่างขององค์ประกอบธาตุ และโครงสร้างพื้นผิวของยางที่มีจุดขาว และไม่มีจุดขาว

4. การรวบรวมข้อมูลปัจจัยการผลิต

การรวบรวมข้อมูล ได้เลือกข้อมูลปัจจัยการผลิตที่เกี่ยวข้องกระบวนการอบยาง ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตที่สำคัญมีผลต่อการเกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง

5. การวิเคราะห์ การจำแนก และการลำดับความสำคัญข้อมูลปัจจัยการผลิต

การวิเคาะห์ และการจำแนก ลำดับความสำคัญของข้อมูล ด้วยวิธีการวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูลโดยวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

6. การตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูล

การตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยกระบวนการ CRISP-DM เปรียบเทียบค่าความถูกต้องที่มีค่ามากที่สุด และนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง

7. เขียนรายงานสรุปผลการศึกษาวิจัยและนำเสนอผลการศึกษาวิจัย

1.7 ข้อจำกัดของงานวิจัย

ในการศึกษางานวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดของงานวิจัยดังนี้

1. ข้อจำกัดในการศึกษาปัจจัยในการผลิต โดยไม่สามารถรวบรวมข้อมูลปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการเกิดจุดขาว ได้แก่ ข้อมูลพันธ์ยาง วัตถุดิบ หรือปัจจัยภายนอกอื่น ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดจุดขาว

2. ข้อจำกัดในการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกระบวนการผลิตยางในส่วนของข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดจุดขาวที่จำเป็นต้องนำมาใช้ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลในโปรแกรม Weka บางข้อมูลมีไม่ครบถ้วน และไม่ถูกต้อง ทำให้จำเป็นต้องตัดข้อมูลส่วนที่ไม่จำเป็นเหล่านั้นออกไป

3. ข้อมูลปัจจัยการผลิต มีข้อจำกัดการรวบรวมข้อมูลเกรดยาง ไม่มีการรวบรวมข้อมูลอย่างครบถ้วน ทางผู้วิจัยต้องดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีความครบถ้วนมากที่สุด

1.8 นิยามศัพท์เฉพาะ

ผู้วิจัยได้นิยามศัพท์เฉพาสำหรับการศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

1. สิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาว (Contaminate White Spot) คือ สิ่งปนเปื้อนที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของยาง ซึ่งเป็นสิ่งปนเปื้อนอีกประเภทหนึ่งที่ส่งผลให้เมื่อนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป แต่ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถจับตัวเป็นผลิตภัณฑ์ได้ตามรูปแบบที่ต้องการ

2. เกรดยาง คือการตัดเกรด หรือแยกประเภทสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาว เพื่อนำยางจุดขาวไปบริหารจัดการก่อนการส่งออกผลิตภัณฑ์ไปยังลูกค้า

3. ความชื้นมาตรฐานแห้ง คือ สูตรการหาความปริมาณความชื้นในวัสดุ

4. การทดสอบคุณสมบัติพื้นฐาน คือ การทดสอบค่าดัชนีความอ่อนตัว การทดสอบความหนืด และการทดสอบปริมาณสิ่งระเหย ซึ่งเป็นการทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยางแท่ง

5. Dry Rubber Content (DRC) คือ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักยางแห้ง

6. ค่าความถูกต้อง (Accuracy) คือ ค่าวัดความถูกต้องของข้อมูลจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล

7. Confusion Matrix คือ ค่าเปรียบเทียบข้อมูลพยากรณ์ กับข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล

บทที่ 2

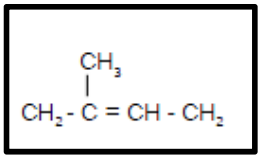
ทฤษฎี และหลักการ

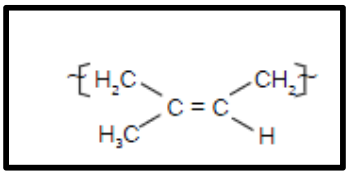
2.1 ยางธรรมชาติ

ยางธรรมชาติ มาจากน้ำยาง (Latex) [19] ซึ่งแปลมาจากภาษาละติน หมายถึง ของเหลว (Liquid) หรือของไหล (Fluid) หรือบางครั้งมีความหมายว่าเป็นของเหลวหรือของไหลที่มีลักษณะคล้ายน้ำนม (Milky) โดยเฉพาะของไหลที่มีส่วนประกอบของน้ำ เป็นน้ำจากเนื้อเยื่อพืชมีลักษณะคล้ายน้ำนมสีขาว น้ำยางจึงเป็นคำที่ใช้กันทั่วไปในอุตสาหกรรมยาง

ความหมายของน้ำยางทางด้านวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์และเทคโนโลยี เป็นสารพอลิเมอร์ที่มีการกระจายตัวแบบคอลลอยด์ในตัวกลางที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ ดังนั้นน้ำยางธรรมชาติที่ได้จากต้นยางพารา ชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Hevea brasiliensis (A.Juss.) Muell.Arg. ภาษาไทยชื่อว่า ฮีเวียบราซิลเลียนซิส [19] เป็นพันธุ์ยางที่ผลิตในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และเป็นแหล่งผลิตน้ำยางที่ใหญ่ที่สุดในโลก มีลักษณะโมเลกุลเป็นเม็ดเล็ก ๆ กระจายอยู่ในตัวกลางน้ำ (Emulsion) ส่วนประกอบของน้ำยางมีลักษณะเป็นของเหลวสีขาว มีปริมาณของแข็งประมาณร้อยละ 30-40 มีความเป็นกรดด่าง (pH) 6.5-7 น้ำยางมีความหนาแน่นประมาณ 0.975-0.980 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (g/cm^3) มีความหนืด 12-15 เซนติพอยส์ รูปร่างของอนุภาคยางเป็นรูปกลม หรือรูปแพร์ ขนาด 0.05–5 ไมโครเมตร [19]

น้ำยางสด เป็นสารแขวนลอยของอนุภาคยางในของเหลวที่เรียกว่า ซีรัม (serum) อนุภาคยางดังกล่าวเป็นสารพอลิเมอร์ไฮโดรคาร์บอนที่มีชื่อทางเคมีว่า 1, 4 – พอลีไอโซพรีน ที่มีโครงสร้างโมเลกุลแบบซิส (cis -1, 4 – polyisoprene) ประกอบด้วยมอนอเมอร์ (Monomer) ของไอโซพรีย (Isoprene) ซึ่งมีคาร์บอน (Carbon, C) 5 อะตอม กับ ไฮโดรเจน (Hydrogen, H) 8 อะตอม ต่อกันจำนวนมากเป็นสายโซ่โมเลกุลยาว ทำให้ยางธรรมชาติมีความหยืดหยุ่นได้ดี มีอุณหภูมิของการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว ประมาณ -72 °C สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิต่ำมาก โครงสร้างโมเลกุลที่สม่ำเสมอของยางธรรมชาติสามารถตกผลึกได้เมื่อยืด การเกิดผลึกเนื่องจากการยืดตัวยังทำให้ยางคงรูปมีสมบัติเชิงกลดีขึ้น ทำให้ยางธรรมชาติมีความคงทนต่อแรงดึง ความทนทานต่อการฉีกขาด และความต้านทานต่อการขัดถูสูงขึ้น อีกทั้งยางธรรมชาติมีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยสูงอยู่ในช่วง 200,000 ถึง 400,000 และมีการกระจายตัวของน้ำหนักโมเลกุลกว้างมาก ทำให้ยางแข็งเกินไปที่จะนำไปแปรรูปโดยตรง จึงจำเป็นต้องมีการบดยางก่อนที่จะนำไปใช้ในกระบวนการผลิต [19] ดังภาพประกอบ 2-1





ไอโซพรีน (Isoprene) พอลิไอโซพรีน (cis -1, 4 – Polyisoprene)

ภาพประกอบ 2-1 สูตรโมเลกุลของไอโซพรีนและพอลิไอโซพรีน

ส่วนประกอบของน้ำยางสด แบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือ

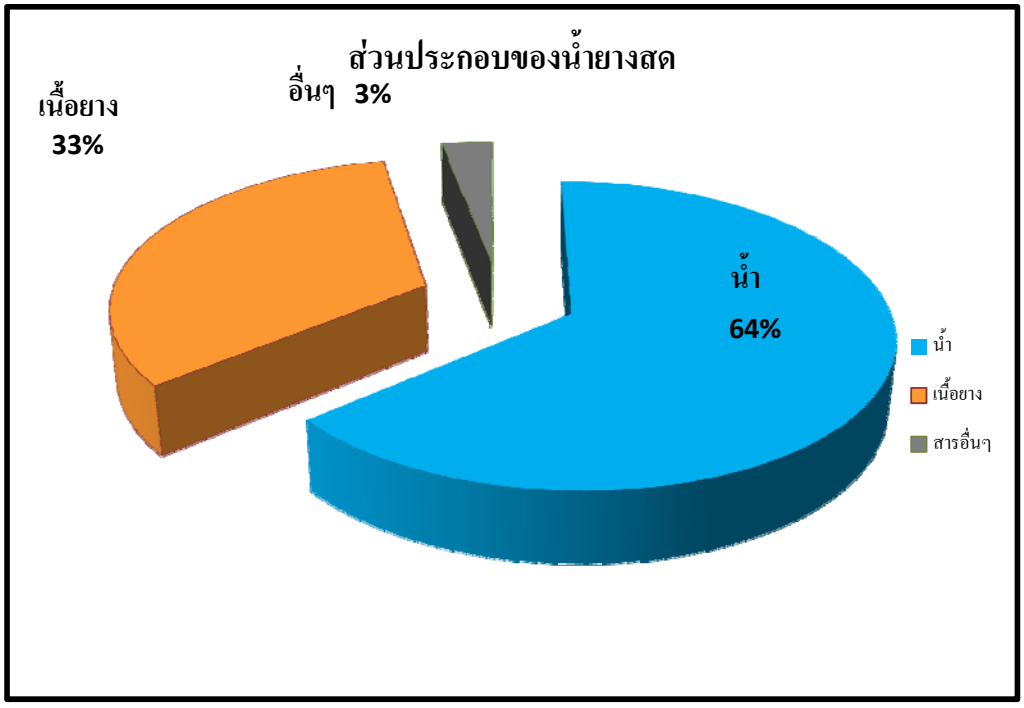
1. ส่วนที่เป็นยาง (Dry Rubber Content, DRC) เป็นอนุภาคยางของไอโซพรีนที่เชื่อมต่อกันประมาณ 2,000 – 5,000 หน่วย ต่อ 1โมเลกุล

2. ส่วนที่ไม่ใช่ยาง (Non Rubber Content) เป็นส่วนประกอบอื่น ๆ ทั้งหมด ซึ่งมีสารประกอบต่าง ๆหลายชนิด เช่น น้ำตาล โปรตีน ไขมัน คาโรทีนอยด์ เกลือแร่ เอนไซม์ และสารประกอบไนโตรเจน เป็นต้น ดังตาราง 2-1

ตาราง 2-1 สัดส่วนของส่วนประกอบของน้ำยางสด [19]

ส่วนประกอบ	สัดส่วน (ร้อยละ โดยน้ำหนัก)
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (ส่วนที่เป็นเนื้อยาง)	33
สารจำพวกโปรตีน	1 – 1.5
สารจำพวกเรซิน	1 – 2.5
ขี้เถ้า	สูงถึง 1
น้ำตาล	1
น้ำ(ปริมาณที่รวมกับสารอื่น แล้วเป็น 100)	

ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำยางสด จะมีส่วนที่เป็นเนื้อยางแห้ง (Dry Rubber) ประมาณ 33% กับส่วนที่ไม่ใช่ยาง (Non Rubber) 3% และมีน้ำเป็นส่วนประกอบของน้ำ 64% ความแปรปรวนของสารต่าง ๆ ในน้ำยางขึ้นกับ พันธุ์ยาง อายุยาง ฤดูการกรีดยาง และวิธีการกรีดยางเป็นส่วนสำคัญ ดังภาพประกอบ 2-2

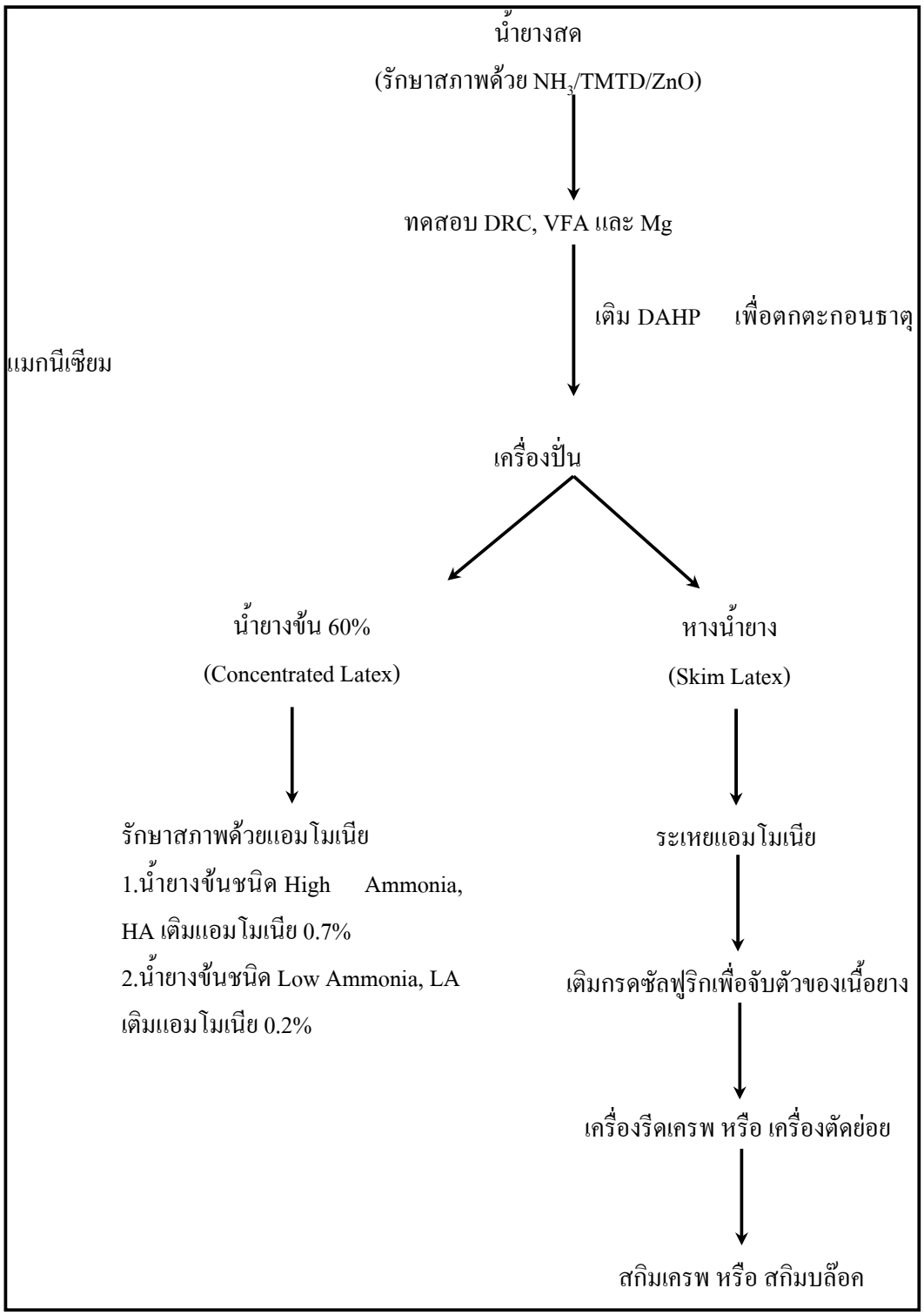


ภาพประกอบ 2-2 ส่วนประกอบของน้ำยางสด หรือยางธรรมชาติ

ชนิดของน้ำยางข้น น้ำยางสดจากต้นยางพารา โดยทั่วไปสามารถนำมาผลิตแปรรูปเป็นยางดิบได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ น้ำยางข้น (Concentrated Latex) กับ ยางแห้ง (Dry Rubber)

น้ำยางสดจากต้นยางพารา มีองค์ประกอบหลัก ๆ 2 ส่วน คือ ปริมาณเนื้อยางแห้ง ซึ่งมีประมาณ 25% - 45% และส่วนที่เป็นสารของแข็งที่ไม่ใช่ยางประมาณ 5% ส่วนที่เหลือส่วนใหญ่เป็นน้ำ เมื่อมีการนำน้ำยางสดไปใช้งานในการทำผลิตภัณฑ์ยางต่าง ๆ เพื่อให้ได้คุณภาพ จึงมีการผลิตน้ำยางสดเป็นน้ำยางข้นที่มีปริมาณเนื้อยางแห้ง 60% ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมกับการนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ และป้องกันสารบางอย่างที่มีอยู่ในน้ำยางที่อาจจะมีผลทำให้คุณภาพผลิตภัณฑ์ยางไม่เป็นตามความต้องการ

กระบวนการผลิตน้ำยางข้นมีหลายวิธี แต่ที่นิยมกันอย่างกว้างขวาง คือ วิธีการปั่น (Centrifuging) เป็นวิธีการแยกส่วนที่เป็นเนื้อยางออกจากส่วนที่เป็นน้ำ หรือซีรัม โดยใช้เครื่องปั่นแยกน้ำยางข้นที่ได้ปริมาณเนื้อยางแห้งประมาณ 60% ดังภาพประกอบ 2-3



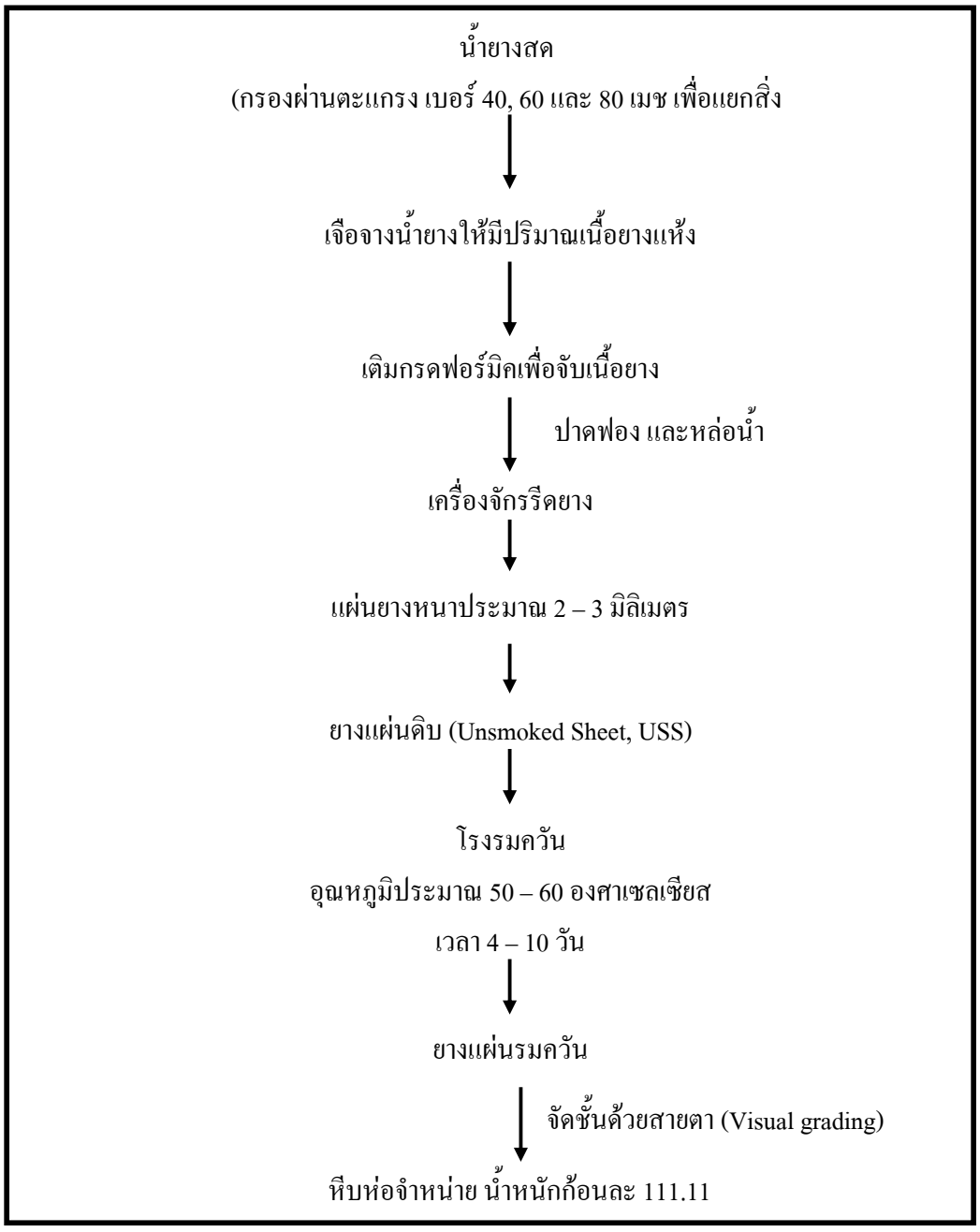
ภาพประกอบ 2-3 ผังผลิตน้ำยางข้นโดยวิธีการปั่น และการผลิตยางสกิม [19]

กระบวนการผลิตยางแห้ง มีกรรมวิธีการผลิตยางแห้งโดยส่วนใหญ่ 2 ประเภท คือ

1.การผลิตยางแบบธรรมดา (Conventional Rubber Process) ได้แก่ การผลิตยางแผ่นรมควัน ยางแผ่นผึ่งแห้ง ยางเครพ และยางสกิม

2.การผลิตยางแบบระบุคุณภาพมาตรฐาน (Technically Specified Rubber Process) ได้แก่ยางแท่ง

ยางแผ่นรมควัน (Rubbed Smoked Sheet, RSS) เป็นยางแผ่นที่ทำให้แห้งโดยการใช้ความร้อน และปล่อยให้ควันเข้าไปเคลือบผิวของแผ่นยาง การผลิตยางแผ่นมี 8 ขั้นตอนหลัก ๆ คือ การรวบรวมน้ำยาง การเจือจางน้ำยาง การจับตัวเนื้อยาง การหล่อน้ำ การนวดและรีดยาง การอบยางหรือรมยาง การจัดชั้นยาง และการบรรจุหีบห่อ สามารถอธิบายได้ดังภาพประกอบ 2-4



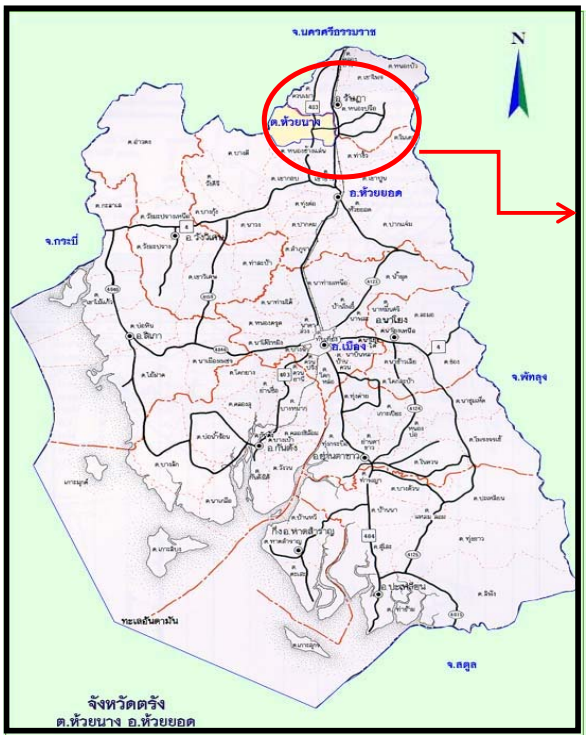
ภาพประกอบ 2-4 การผลิตยางแผ่นรมควัน [19]

ยางแท่ง (Technically Specified Rubber, TSR หรือ Block Rubber) เป็นยางที่ผลิตโดยมีวิธีการระบุคุณภาพมาตรฐาน เพื่อปรับปรุงรูปแบบของการผลิตยางธรรมชาติ ลดระยะเวลาการผลิต ปรับปรุงวิธีการบรรจุหีบห่อให้ทันสมัยเหมาะกับการขนส่งและการใช้งาน และมีวิธีการตรวจสอบสมบัติที่จำเป็นของยางตามวิธีมาตรฐานสากล (Technically grading) และจัดขั้นของยางโดยวิธีการทดสอบผ่านห้องปฏิบัติการ สำหรับประเทศไทยเริ่มผลิตยางแท่งปี พ.ศ.2511 ใช้ชื่อยางแท่งว่า Thai tested Rubber, TSR ต่อมาปี พ.ศ. 2539 ได้มีการปรับปรุงการกำหนดขีดจำกัด และจำนวนชั้นยาง รวมทั้งการเรียกชื่อที่เป็นสากลมากขึ้นว่า Standard Thai Rubber, STR [19]

ยางแท่งผลิตมาจากวัตถุดิบทั้งที่เป็นน้ำยางสด และยางแห้งที่จับตัวเป็นก้อนแล้ว กรรมวิธีที่สำคัญของการผลิตยางแท่ง คือ การตัดย่อยก้อนยางให้เป็นเม็ดหรือชิ้นเล็ก ๆ อย่างรวดเร็ว การล้าง การอบแห้ง และการอัดเป็นแท่งสี่เหลี่ยม

2.2 กระบวนการผลิต

งานวิจัยนี้ได้ศึกษากระบวนการผลิตของบริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด (มหาชน) สาขาห้วยนาง เลขที่ 399 หมู่ที่ 7 ตำบลห้วยนาง อำเภอห้วยยอด จังหวัดตรัง (ภาพประกอบ 2-5)



ภาพประกอบ 2-5 พื้นศึกษา

2.2.1. ที่ตั้งและอาณาเขต

บริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด(มหาชน) สาขาห้วยนางตั้งอยู่ในพื้นที่ตำบลห้วยนาง อำเภอห้วยยอด จ.ตรัง มีพื้นที่ทั้งหมด ประมาณ 31.7 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 18,824 ไร่ มีหมู่บ้านทั้งหมด 8 หมู่บ้าน

อาณาเขตมีอาณาเขตติดต่อกับตำบลต่างๆ ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับตำบลควนเหมา
ทิศใต้ ติดต่อกับตำบลหนองช้างแล่น
ทิศตะวันออก ติดต่อกับตำบลหนองช้างแล่นและตำบลหนองปรือ
ทิศตะวันตก ติดต่อกับตำบลบ้านนิคม อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช

ภูมิประเทศ

ลักษณะสภาพพื้นที่และลักษณะภูมิประเทศของตำบลห้วยนาง แบ่งเป็นที่ราบ และที่ราบลุ่ม พื้นที่ของตำบลห้วยนางมีพื้นที่กลุ่มดินยางพารา เป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 59.99 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนที่เหลือเป็นกลุ่มดินนา ครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 40.01 ของพื้นที่ทั้งหมด

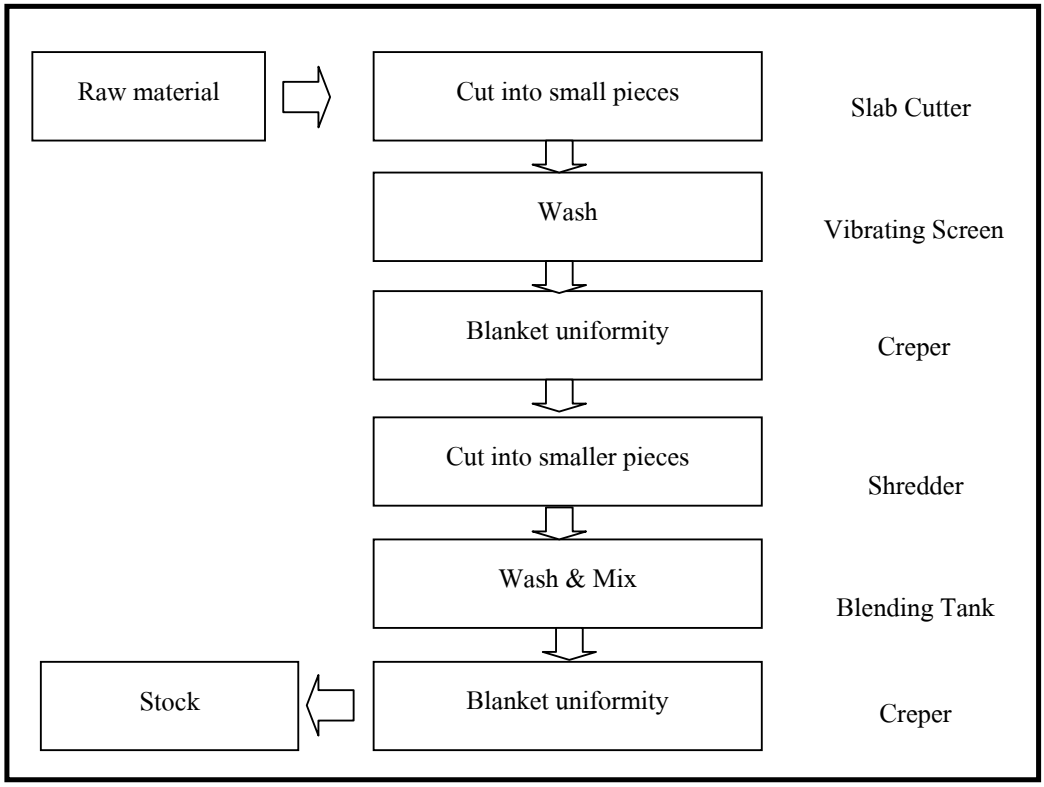
บริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด(มหาชน) สาขาห้วยนาง ชื่อย่อบริษัทว่า STA-HN กำลังการผลิต 52,800 ตันต่อปี หรือประมาณ 4,000 ตันต่อเดือน พื้นที่ 400 ไร่ มีพื้นที่โรงงาน 33,000 ตารางเมตร และพื้นที่สำนักงาน 7,000 ตารางเมตร มีพนักงานทั้งหมด 252 คน ดังภาพประกอบ 2-6

ภาพประกอบ 2-6 พื้นที่โรงงาน

ภาพประกอบ 2-7 พื้นที่สำนักงาน

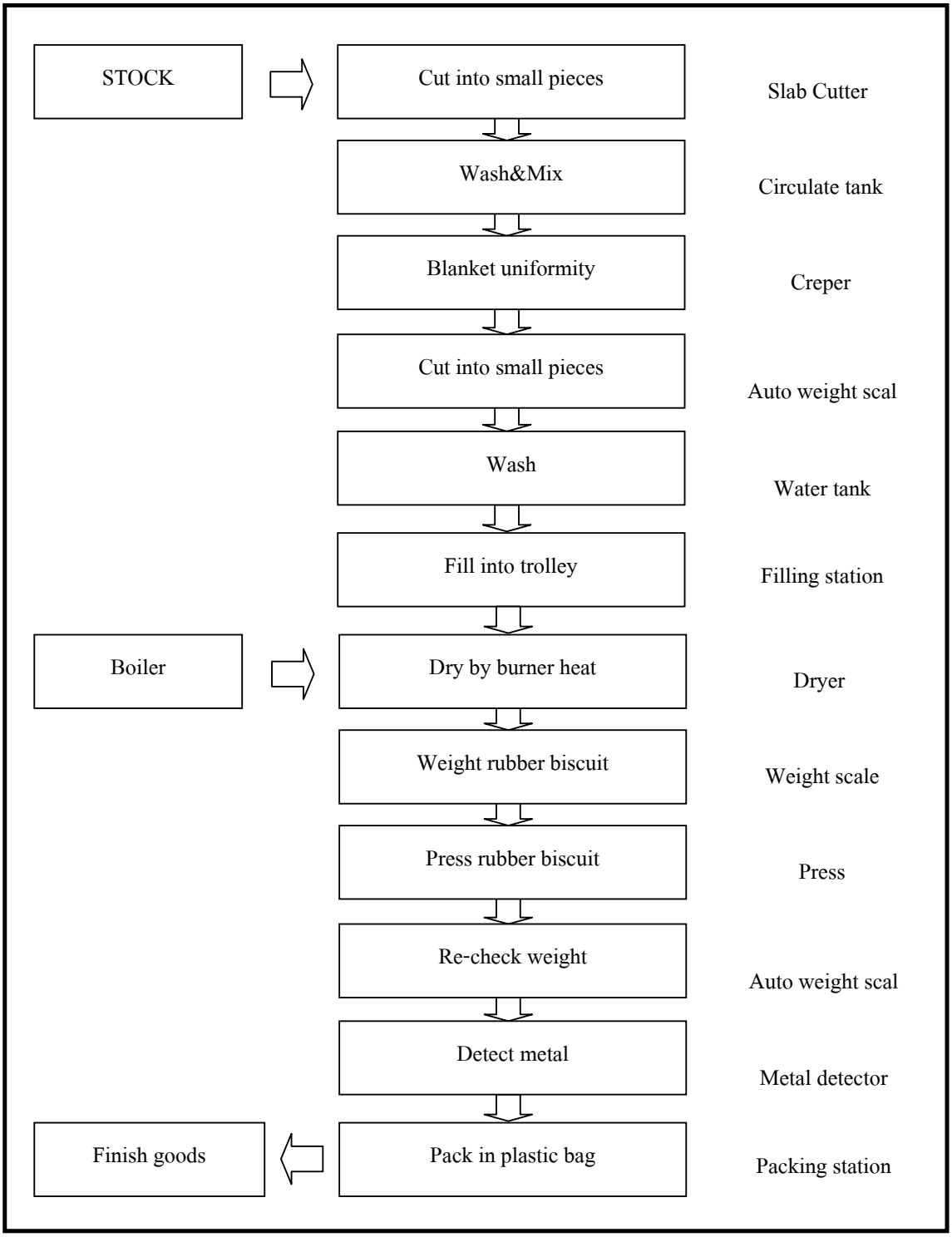
2.2.2. กระบวนการผลิตยางแท่งจากยางแห้ง

งานวิจัยนี้ได้เลือกศึกษากระบวนการผลิตของบริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด (มหาชน) สาขาห้วยนาง ซึ่งมีกระบวนการผลิตยางแท่งจากยางแห้ง ที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตเป็นยางแท่ง ได้แก่ พวกยางแผ่นดิบ ยางก้นถ้วย และเศษยางต่าง ๆ โดยปกติผู้ผลิตมักใช้วิธีการผสมระหว่างยางที่มีความสะอาดพอสมควร ซึ่งยางเหล่านี้จะมีราคาสูง ได้แก่ ยางแผ่นดิบผสมกับยางที่มีความสกปรกจากการมีสารอื่นเจือปน กระบวนการผลิตยางแท่ง กรณีศึกษาบริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด (มหาชน)สาขาห้วยนาง มีกระบวนการผลิต 2 กระบวนการด้วยกัน โดยกระบวนการแรกเริ่มจากการนำเศษยางลงในบ่อแช่ด้วยน้ำ เพื่อทำให้สิ่งสกปรกต่าง ๆ ตกตะกอนภายในบ่อ แล้วไปผ่านเครื่องตัดย่อยให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ เพื่อทำการคัดแยกสิ่งแปลกปลอมภายในก้อนยาง หลังจากนั้นผ่านเครื่องย่อยให้เป็นชิ้นเล็ก อีกครั้ง เพื่อคัดแยกสิ่งแปลกปลอมที่ติดภายในก้อนยาง แล้วนำยางล้างในบ่อ ผ่านกระบวนการบดยาง ล้าง และรีดเป็นแผ่น เรียกว่ายางเครพ ซึ่งกระบวนการผลิตยางเครพแสดงได้ดังภาพประกอบ 2-7



ภาพประกอบ 2-8 กระบวนการผลิตยางเครพจากเศษยาง

กระบวนการผลิตขั้นตอนที่ 2 การนำยางเครพที่เก็บรักษาได้ตามวันที่กำหนด มาผ่านกระบวนการตัดเป็นชิ้นเล็ก ล้าง บด และตัดเป็นชิ้นเล็ก เพื่อโหลดลงพาเลท (Pallet) เข้าสู่กระบวนการอบแห้ง หลักจากผ่านการชั่งน้ำหนัก อัดแท่ง คัดแยกสิ่งแปลกปลอม ผ่านกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ น้ำหนัก โลหะ บรรจุหีบห่อ เรียกว่า ยางแท่ง ซึ่งกระบวนการผลิตยางแท่งแสดงได้ดังภาพประกอบ 2-8



ภาพประกอบ 2-9 กระบวนกการผลิตยางแท่งจากยางเครพ

2.3 การทดสอบคุณสมบัติของยางแท่งเอสทีอาร์

การทดสอบคุณสมบัติของยางแท่งเอสทีอาร์ ถูกกำหนดวิธีการทดสอบมาตรฐานด้วยสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งมีการทดสอบคุณสมบัติมาตรฐานของยางแท่งเอสทีอาร์ดังนี้

1. ปริมาณสิ่งสกปรก หรือสิ่งแปลกปลอม (Dirt Content) เป็นปริมาณสารที่ได้จากการกรองด้วยตัวกรอง ที่มีแผ่นตะแกรงกรอง ขนาดรูตะแกรง 325 เมช หรือ 44 ไมครอน ซึ่งสารที่ได้จากการรองนั้นประกอบด้วยสารแปลกปลอมอื่น ๆ เช่น เปลือกไม้ ดิน ใบไม้ ปริมาณสิ่งแปลกปลอมมีความสำคัญต่อการแปรรูปยาง หากปริมาณสิ่งแปลกปลอม หรือสิ่งสกปรกมีมาก จะมีผลกระทบต่อกระบวนการแปรรูป และคุณภาพของผลิตภัณฑ์

2. ปริมาณเถ้า (Ash Content) ในยางธรรมชาติ ประกอบด้วยเกลืออนินทรีย์ พวกคาร์บอเนตออกไซด์ และฟอสเฟต ของโพแทสเซียม แมกนีเซียม แคลเซียม โซเดียม และแร่ธาตุอื่นๆ นอกจากนี้เถ้าอาจเป็นพวกซิลิกา หรือซิลิเกตที่มีอยู่ในยาง หรือปะปนมาจากข้างนอก ปริมาณเถ้าเป็นตัวชี้ปริมาณแร่ธาตุที่มีอยู่ในยางดิบ และช่วยบงชี้ว่ามีการเติมสารที่ช่วยเพิ่มน้ำหนักยาง

3. ปริมาณไนโตรเจน (Nitrogen Content) โดยส่วนใหญ่อยู่ในรูปของโปรตีน ดังนั้นปริมาณไนโตรเจนจึงเป็นตัวบ่งชี้ว่าปริมาณโปรตีนในยางดิบ

4. ปริมาณสิ่งระเหย (Volatile Matter Content) โดยส่วนใหญ่เป็นความชื้นที่มีอยู่ในยาง ถ้ามีปริมาณความชื้นสูงจะทำให้ยางเกิดราได้ง่าย มีกลิ่นเหม็น และเกิดปัญหาระหว่างกระบวนการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์

5. ดัชนีความอ่อนตัว (Plasticity Retention Index, PRI) แสดงถึงความต้านทานของยางดิบต่อการแตกหักของโมเลกุลที่อุณหภูมิสูง หรือต่อการออกซิเดชั่น ยางที่มีดัชนีความอ่อนตัวสูง แสดงว่ามีความต้านทางต่อการแตกหักของโมเลกุลสูง

6. ความหนืด (Moony Viscosity) เป็นคุณสมบัติที่ระบุคุณภาพด้านการนำยางไปใช้งาน ยางที่มีความหนืดสูง จะมีน้ำหนักโมเลกุล ซึ่งยางมีความแข็งมาก เมื่อนำไปใช้ ต้องใช้เวลานานในการบดยางให้นิ่ม หรือให้มีความหนืดลดลง เพื่อผสมสารเคมีเข้าไปในยางได้ง่าย

7. สี (Colour) เป็นคุณสมบัติสำคัญของยางแท่งที่ผลิตจากน้ำยาง เมื่อเปรียบเทียบสีของตัวอย่างกับสีมาตรฐาน ต้องไม่เกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้ เพื่อประโยชน์ในการนำยางไปทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความใส หรือมีสีต่าง ๆ

ค่าที่ได้จากการทดสอบคุณสมบัติของยางแท่งเอสทีอาร์ นำไปเปรียบเทียบกับการกำหนดขีดจำกัดสมบัติของยางแท่งดังภาพประกอบ 2-9 โดยการผลิตยางแท่งมีการจัดชั้นยางแท่งทั้งหมด 8 ชั้น คือ ยางแท่งเอสทีอาร์ ชั้น XL, 5L, 5, 10 และ20 ยางแท่งที่มีความหนืดคงที่ (CV) ชั้น 5, 10 และ 20

สมบัติ / ชั้นยางแท่ง	STR XL	STR 5L	STR 5	STR 5 CV	STR 10	STR 10 CV	STR 20	STR 20 CV
	น้ำยาง		น้ำยาง / ยางแผ่น		ยางก้อน / ยางแผ่น			
บริมาณสิ่งสกปรก , % ไม่เกิน	0.02	0.04	0.04	0.04	0.08	0.08	0.16	0.16
บริมาณเถ้า , % ไม่เกิน	0.40	0.40	0.60	0.60	0.60	0.60	0.80	0.80
บริมาณไนโตรเจน , % ไม่เกิน	0.50	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
บริมาณสิ่งระเหย , % ไม่เกิน *	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
ความอ่อนตัวเริ่มแรก , ไม่ต่ำกว่า	35	35	30	-	30	-	30	-
ดัชนีความอ่อนตัว , ไม่ต่ำกว่า	60	60	60	60	50	50	40	40
สี วัดด้วยโลวิบอนด์ , ไม่เกิน	4.0	6.0	-	-	-	-	-	-
ความหนืด ML $(1^{'} + 4^{'})$ 100 ^{0}C	-	-	-	**	-	**	-	**
แถบสี	ฟ้า	เขียวอ่อน	เขียวอ่อน	ตัวอักษรขาว บนพื้น เขียวอ่อน	น้ำตาล	ตัวอักษรขาว บนพื้น น้ำตาล	แดง	ตัวอักษรขาว บนพื้น แดง

หมายเหตุ

กราฟแสดงลักษณะยางคงรูปโดยใช้สูตรยาง ACS1 หรือสูตรของผู้ซื้อ/ผู้ผลิต จัดให้ตามความต้องการ

* *ขีดจำกัดของผู้ผลิตไม่เกิน 0.50 %*

** *ขีดจำกัดของผู้ผลิต คือ*

STR 5CV มีค่าความหนืด 70 (+7,-5) ,60 (+7,-5) ,50 (+7,-5) และ 40 (+7,-5)

STR 10CV มีค่าความหนืด 60 (+7,-5)

STR 20CV มีค่าความหนืด 65 (+7,-5)

ภาพประกอบ 2-10 ภาพการกำหนดชั้นและขีดจำกัดสมบัติต่าง ๆ ของยางแท่งเอสทีอาร์ [15]

2.4 การวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ และโครงสร้างพื้นผิว

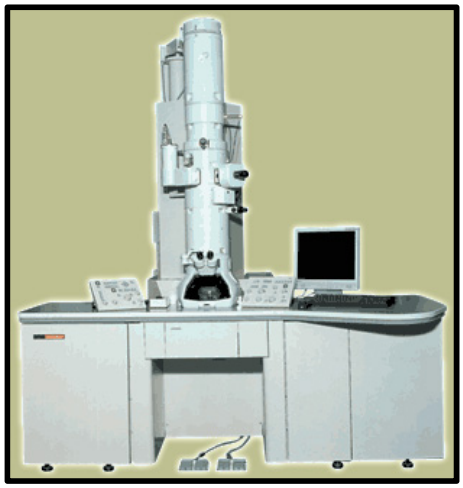
การค้นหาปัจจัยการผลิตที่ส่งผลกระทบทำให้เกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง กระบวนการผลิตดังที่กล่าวมาข้างต้น มีกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องมากมาย งานวิจัยนี้คำนึงถึงกระบวนการผลิตทุกกระบวนเป็นหลักสำคัญในการศึกษาวิจัย การวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ และโครงสร้างพื้นผิว จึงเป็นขั้นตอนสำคัญของการวิจัยเพื่อวิเคราะห์ค้นหากระบวนการผลิตที่ส่งผลกระทบทำให้เกิดจุดขาว อีกทั้งจะส่งผลต่อการศึกษาค้นคว้าปัจจัย และข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิต เพื่อนำมาวิเคราะห์เหมืองข้อมูล

การวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุและโครงสร้างพื้นผิวได้เลือกการทดสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ซึ่งเป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้ลำอนุภาคอิเล็กตรอยพลังงานสูงในการตรวจสอบวัตถุแทนแสงธรรมดา ความยาวคลื่นของลำอนุภาคอิเล็กตรอนนั้นสั้นกว่าความยาวคลื่นแสงถึง 100,000 เท่า ทำให้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนมีประสิทธิภาพของกำลังขยาย สามารถแยกรายละเอียดของวัตถุเล็กขนาด 10 อังสตรอม หรือ 0.1 นาโนเมตร (นาโนเมตร หน่วยความยาวในระบบเอสไอ มีค่าเท่ากับ 10^{-9} เมตร) ด้วยประสิทธิภาพของกล้องจุลทรรศน์เอเล็กตรอนทำให้มี

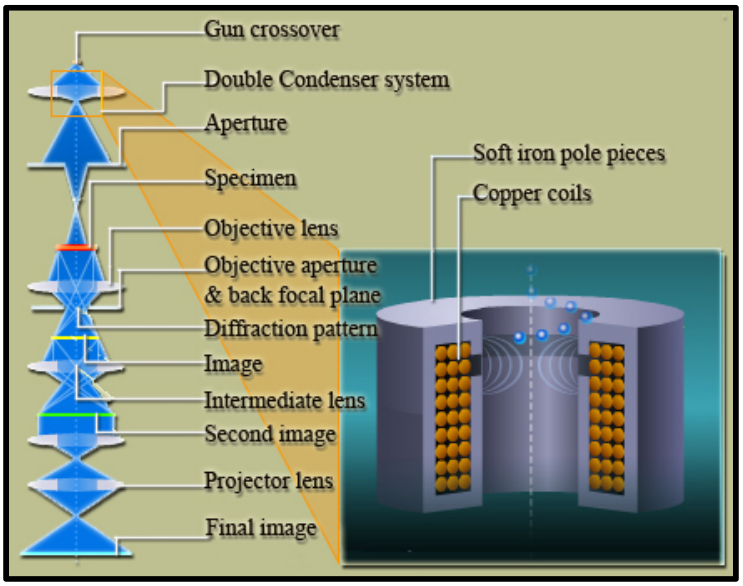
กำลังขยายถึง 500,000 เท่า กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนมีทั้งหมด 2 ชนิด ได้แก่ Transmission Electron Microscope (TEM) และ Scanning Electron Microscope (SEM) มีรายละเอียดดังนี้ [20]

เครื่อง TEM เป็นกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่ใช้ศึกษาตัวอย่างบางชนิด ซึ่งเตรียมด้วยวิธีการพิเศษ เพื่อให้ลำอนุภาพอิเล็กตรอนทะลุผ่านได้ การสร้างภาพจากกล้องประเภทนี้จะทำได้โดยการตรวจวัดอิเล็กตรอนที่ทะลุผ่านตัวอย่าง เครื่อง TEM เหมาะสำหรับการทดสอบประเภทองค์ประกอบภายในเซลล์ ลักษณะของเยื่อหุ้มเซลล์ ผนังเซลล์ เป็นต้น ซึ่งมีขนาดเล็ก และต้องเตรียมตัวอย่างที่มีขนาดบางที่สุด [20]

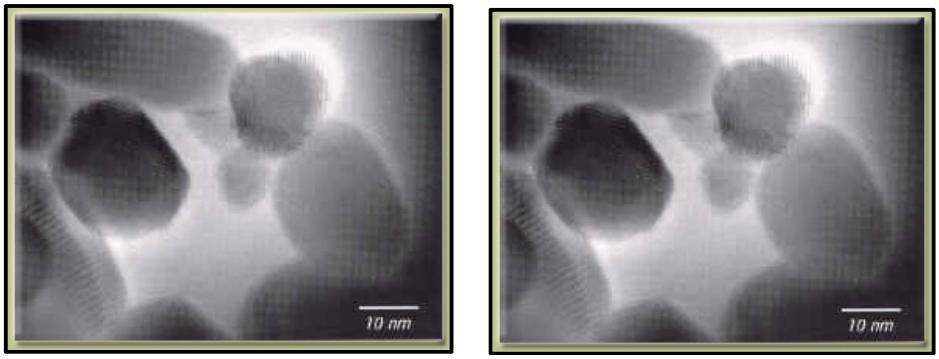
หลักการทำงานของเครื่อง TEM [20] ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนซึ่งทำหน้าที่ผลิตอิเล็กตรอนเพื่อป้อนให้กับระบบ โดยกลุ่มอิเล็กตรอนที่ได้จากแหล่งกำเนิดจะถูกเร่งด้วยสนามไฟฟ้า หลังจากนั้นกลุ่มอิเล็กตรอนจะผ่านเลนส์รวบรวมรังสี (Condenser Lens) เพื่อให้กลุ่มอิเล็กตรอนกลายเป็นลำอิเล็กตรอน สามารถปรับให้ขนาดของลำอิเล็กตรอนใหญ่ หรือเล็กได้ตามต้องการ หลักการทำงานของเครื่องอิเล็กตรอนหลังจากลำอิเล็กตรอนกราดลงบนพื้นผิววัตถุจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนทุติยภูมิ (Secondary Electron) สัญญานถูกส่งไปยังจอโทรทัศน์ ทำให้สามารถบันทึกภาพจากหน้าจอโทรทัศน์ ขั้นตอนการทำงาน และตัวอย่างภาพโครงสร้างนาโนที่ได้จากการสำรวจของเครื่อง TEM ดังภาพประกอบ 2-10, ภาพประกอบ 2-11 และภาพประกอบ 2-12



ภาพประกอบ 2-11 เครื่อง Transmission electron microscope (TEM) [20]



ภาพประกอบ 2-12 ส่วนประกอบและการทำงานของเครื่อง TEM [20]

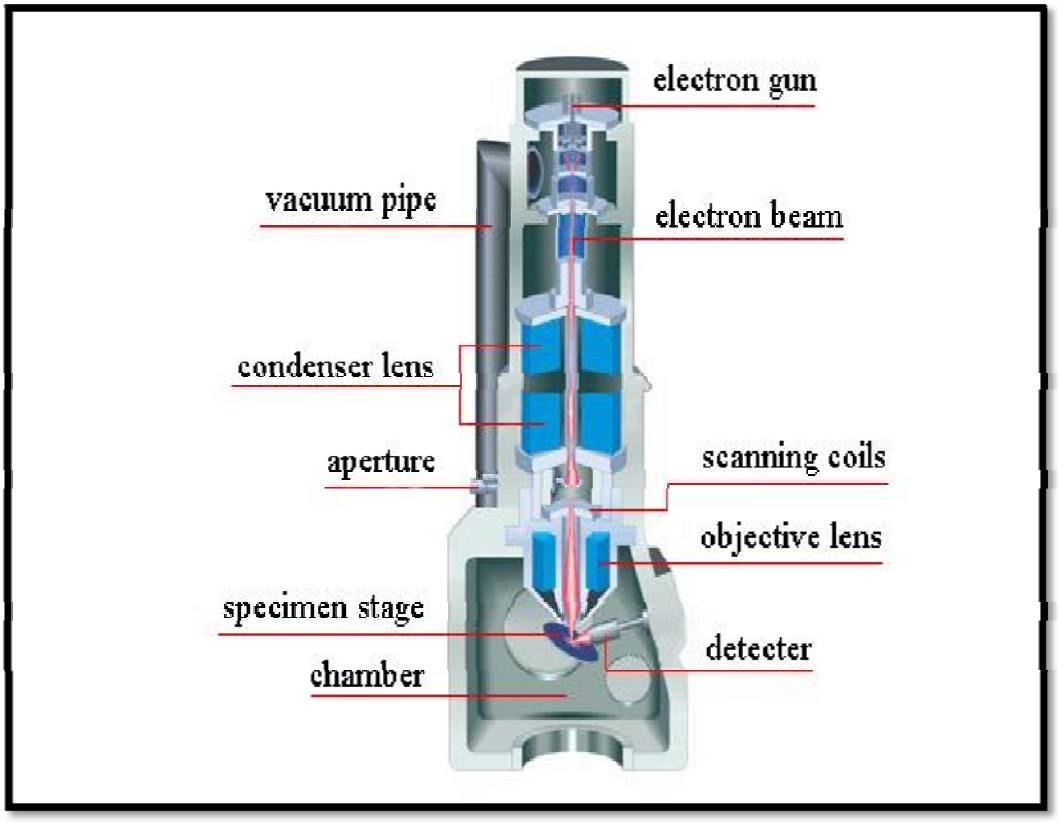


ภาพประกอบ 2-13 ภาพโครงสร้างนาโนที่ได้จากการสำรวจของเครื่อง TEM [20]

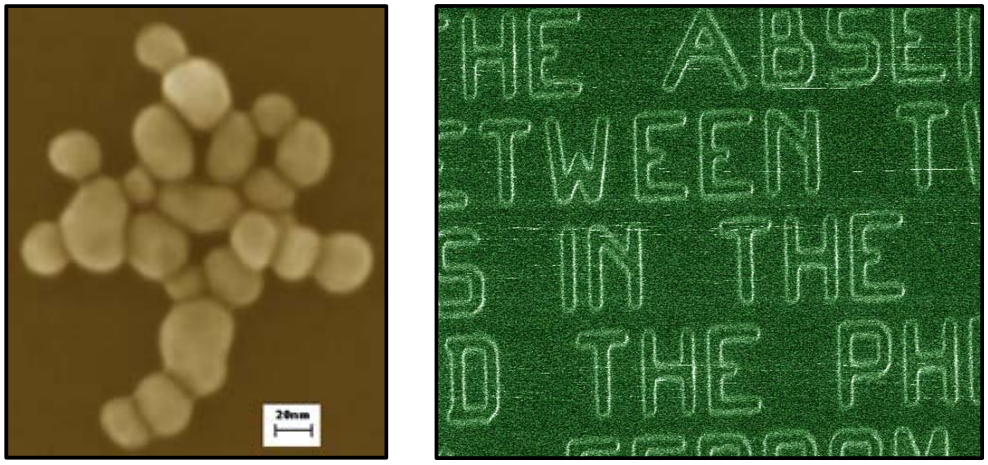
เครื่อง SEM [20] เป็นกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนอีกชนิดหนึ่ง มีความแตกต่างจากเครื่องอิเล็กตรอนเครื่อง TEM ที่กำลังขยาย ซึ่งเครื่อง SEM มีกำลังขยายสูงสุดประมาณ 10 นาโนเมตร หรือกำลังขยายมากกว่า 3,000 จนถึง 100,000 เท่า และการตรวจวัดไม่ได้ตรวจวัดจากการที่อิเล็กตรอนเครื่องทะลุผ่านตัวอย่าง แต่ด้วยวิธีการสร้างภาพโดยการตรวจวัดอิเล็กตรอนที่สะท้อนจากพื้นผิวหน้าของตัวอย่างที่ทำการสำรวจ ภาพจากเครื่อง SEM จะเป็น 3 มิติ ซึ่งเหมาะสมกับการศึกษาประเภทลักษณะพื้นผิวด้านนอกของเนื้อเยื่อและเซลล์ หรือหน้าตัดของโลหะ และวัสดุเป็นต้น ทั้งนี้ เครื่อง SEM ยังสามารถใช้งานวิเคราะห์เทคนิคอื่น เช่น Energy Dispersive Spectrometry (EDS) และ Wavelength Dispersive Spectrometry (WDS)

หลักการทำงานของเครื่อง SEM [20] ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนซึ่งทำหน้าที่ผลิตอิเล็กตรอนเพื่อป้อนให้กับระบบ โดยกลุ่มอิเล็กตรอนที่ได้จากแหล่งจะถูกเร่งด้วยสนามไฟฟ้า หลังจากนั้นกลุ่มอิเล็กตรอนจะผ่านเลนส์รวบรวมรังสี เพื่อทำให้กลุ่มอิเล็กตรอนกลายเป็นลำอิเล็กตรอน สามารถปรับขนาดของลำอิเล็กตรอนได้ตามขนาดที่ต้องการ หลักจากลำอิเล็กตรอนถูกกราดลงบนชิ้นงานจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนทุติยภูมิ สัญญาณจะถูกบันทึก และแปลงเป็นสัญญานอิเล็กทรอนิกส์ ถูกส่งไปยังจอโทรทัศน์ สามารถบันทึกภาพผ่านจอโทรทัศน์ได้ทันที ตัวอย่างเครื่อง SEM สำหรับรังสีเอกซ์ (X-ray) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้น มีความถี่สูง เกิดจากการที่ลำอิเล็กตรอนพนักงานสูงวิ่งเข้าชนชิ้นงาน ทำให้อิเล็กตรอนระดับชั้นโคจรต่างๆ ได้รับพลังงานมากพอจนหลุดออกจากวงโคจร แล้วอิเล็กตรอนจากชั้นโคจรถัดไปเข้าแทนที่ทำให้เกิดรังสีเอกซ์ออกมา ผลของการปล่อยรังสีเอกซ์ มีสเปกตรัมสามารถนำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบธาตุที่ได้เชิงคุณภาพ และปริมาณ ส่วนประกอบและการทำงานของเครื่อง SEM และภาพโครงสร้างนาโนที่ได้จากการสำรวจของเครื่อง SEM ดังภาพประกอบ 2-13, ภาพประกอบ 2-14 และภาพประกอบ 2-15

ภาพประกอบ 2-14 เครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM) [20]



ภาพประกอบ 2-15 ส่วนประกอบและการทำงานของเครื่อง SEM [20]



ภาพประกอบ 2-16 ภาพโครงสร้างนาโนที่ได้จากการสำรวจของเครื่อง SEM [20]

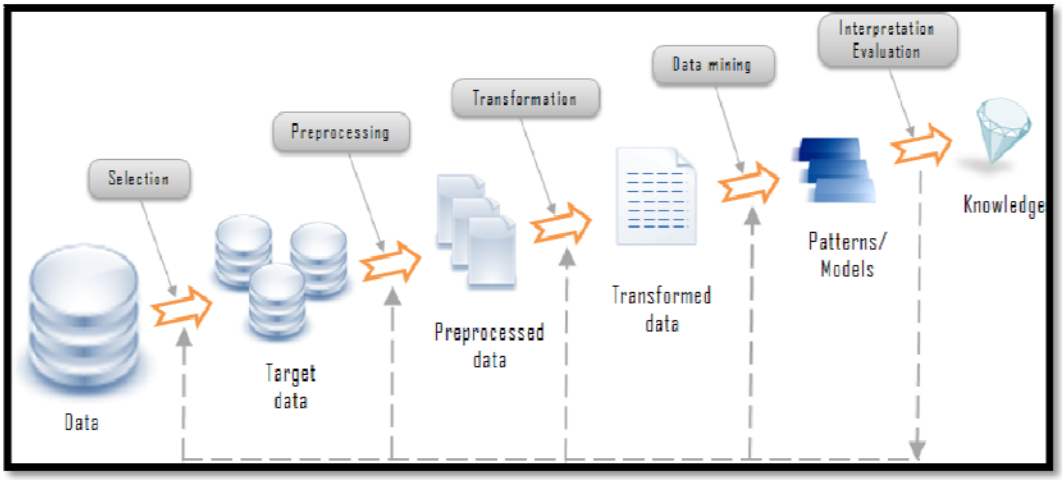
2.5 เทคนิคเหมืองข้อมูล (Data mining)

2.5.1 คำนิยาม

ปัจจุบันบริษัท หรือองค์กรจำนวนมาก ได้มีการบริหารจัดการ และเก็บข้อมูลไว้จากหลายแหล่งข้อมูลเป็นจำนวนมาก ข้อมูลถูกรวบรวมไว้ เพื่อนำมาตัดสินใจในกระบวนการบริหารจัดการขององค์กรเป็นหลัก เช่น การทำธุรกรรมของลูกค้าของธนาคาร ข้อมูลบัตรเครดิต การเบิกถอนเงินสดของธนาคาร ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ได้ถูกสร้างขึ้น เพื่อเก็บข้อมูลจำนวนมาก เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในทางธุรกิจอย่างกว้างขวาง อาทิเช่น ระบบการจัดการธุรกรรมออนไลน์ (Online Transactional Process System หรือ OLTP) ได้ถูกพัฒนามากขึ้น เพื่อช่วยระบบการทำงานได้ง่ายขึ้น รวดเร็วมากยิ่งขึ้น และสร้างผลกำไรอย่างมหาศาลในธุรกิจ ระบบออนไลน์ OLTP แต่ละองค์กรได้รวบรวมฐานข้อมูลของลูกค้าที่ทำธุรกรรมไว้อย่างรวดเร็วทุก ๆ 1 วินาที เช่น การซื้อขาย การสั่งซื้อ หรือข้อมูลการขายสินค้า ข้อมูลเหล่านั้นเป็นหัวใจหลักของการทำธุรกิจ ช่วยให้ผู้บริหารระดับสูง สามารถนำข้อมูลต่าง ๆ นำมาตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว บนพื้นฐานของข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง ระบบประมวลผลวิเคราะห์ออนไลน์ (Online Analytical Processing หรือ OLAP) เช่น คลังข้อมูล (Data Warehouses) ได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงทศวรรษนี้ ข้อมูลได้พัฒนาเพื่อวัตถุประสงค์สำหรับการตัดสินใจ การรายงานผลประกอบการที่เป็นข้อมูลข้อเท็จจริง ที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตขององค์กร นำไปสู่การตัดสินใจที่สำคัญทางธุรกิจ เพื่อนำองค์กรก้าวไปสู่ระดับที่ดียิ่งขึ้น ถึงแม้ว่าข้อมูลเหล่านั้นจะไม่ได้ถูกการจัดการฐานข้อมูลอย่างถูกต้อง ดีเท่าที่ควร แต่ระบบที่กล่าวมาข้างต้นได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในองค์กรในปัจจุบัน

ปัจจุบันองค์กรต้องการข้อมูลสารสนเทศที่สามารถนำไปตัดสินใจได้ แต่ปัจจุบันข้อมูลมีอยู่อย่างมากมาย ไม่สามารถนำไปประมวลผลตัดสินใจได้อย่างเหมาะสมอีกทั้งบุคคลไม่สามารถประมวลผลข้อมูลที่จำนวนมากให้ได้ทันเวลา ได้มีการเรียนรู้เครื่องมือ และเทคโนโลยีมากขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เทคนิคเหมืองข้อมูลจึงเป็นเทคนิคที่ถูกนำมาศึกษาและพัฒนากรบวนการประมวลผลได้อย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้นในปัจจุบัน

กระบวนการค้นพบความรู้ เป็นกระบวนได้มาซึ่งความรู้ที่เกิดจาก กระบวนการจัดการข้อมูลตามภาพประกอบ 2-16



ภาพประกอบ 2-17 Knowledge Discovery Process [21]

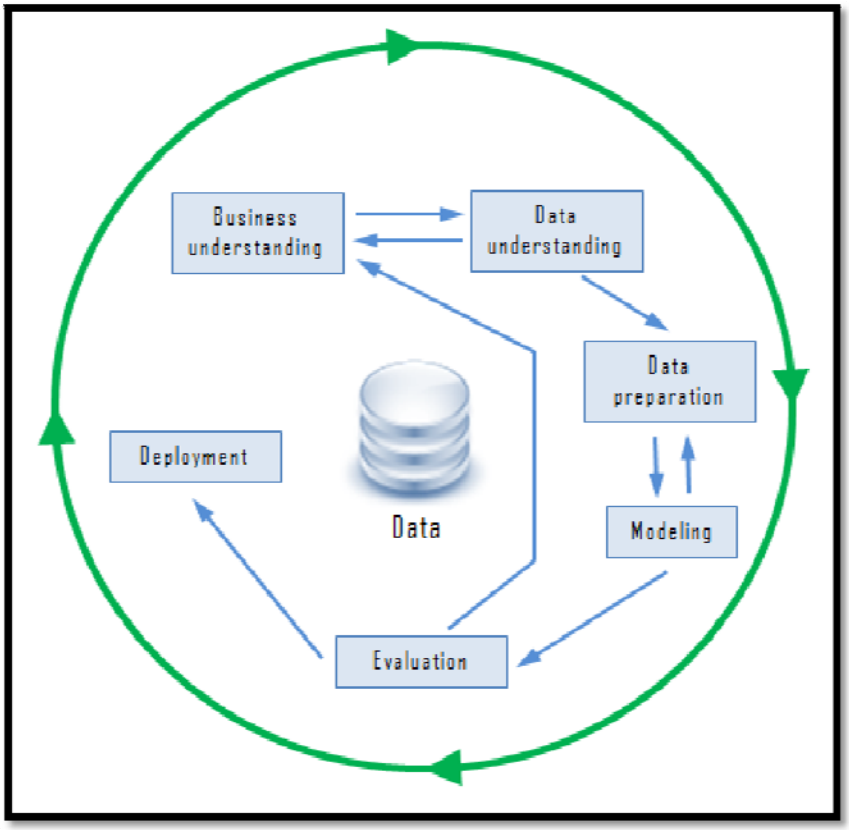
เทคนิคเหมืองข้อมูล (Data Mining) ได้ถูกนิยามไว้มากมาย เช่น คำนิยามของ Simodis 1996 ได้นิยามเทคนิคเหมืองข้อมูลไว้ว่า เป็นกระบวนการในการดึงข่าวสารที่น่าสนใจและมีประโยชน์ที่ไม่เคยรู้มาก่อน จากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ เพื่อใช้ในการตัดสินใจทางธุรกิจ [21]

“The process of extracting previously unknown, comprehensible and actionable information from large databases and using it to make crucial business decisions” - Simoudis 1996.

เทคนิคเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหารูปแบบ (Patterns) หรือความสัมพันธ์ (Relation) ระหว่างข้อมูลในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ นำเสนอเป็นรายงาน เพื่อใช้สำหรับการตัดสินใจ เพื่อโอกาสในการแข่งขันทางธุรกิจได้อย่างรวดเร็ว และง่ายยิ่งขึ้น

2.5.2 กระบวนการทำงานมาตรฐานของเทคนิคเหมืองข้อมูล

งานวิจัยนี้ได้เลือกกระบวนการทำงานมาตรฐาน Cross –Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) ดำเนินการวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูล ตัวแบบ CRISP-DM ได้ถูกพัฒนาโดยบริษัท DaimlerChrysler(Daimler-Benz) SPSS(ISL) และ NCR เป็นตัวแบบมาตรฐานสำหรับการทำเทคนิคเหมืองข้อมูล ซึ่งตัวแบบ CRISP-DM มีขั้นตอน Business Understanding, Data Understanding และData Preparation ที่ใช้เวลาในการดำเนินการข้อมูลถึง 80% ของกระบวนการทั้งหมด การวิเคราะห์ข้อมูลที่ถูกต้องมีความสำคัญมากที่สุดในกระบวนการทำเทคนิคเหมืองข้อมูล ตัวแบบ CRISP-DM ประกอบด้วยขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้นตอนดังภาพประกอบ 2-17



ภาพประกอบ 2-18 Cross –Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) [21]

แต่ละขั้นตอนสามารถอธิบายได้ดังนี้ [21]

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา ระบุปัญหา หรือโอกาสเชิงธุรกิจ (Business Understanding) เป็นการเริ่มต้นกำหนดปัญหาที่ใช้เหมืองข้อมูลและเป็นการเริ่มต้นการวางแผนงาน (project planning) อีกทั้งการระบุเป้าหมายที่ต้องการได้จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล

ขั้นตอนที่ 2 การทำความเข้าใจข้อมูล (Data Understanding) เป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การพิจารณาข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ และการตั้งสมมุติฐานที่จะใช้ในการแก้ไขปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาจำนวนชุดข้อมูลที่เหมาะสม ความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่งประเภทข้อมูลที่นำมาพิจารณาในขั้นตอน Data understanding มีดังนี้

- Record Data เป็นข้อมูลที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน (Relational Database) หรือข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ในแนวราบ (Flat File) ซึ่งข้อมูลไม่ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อินสแตนซ์ (Instance) หรือ แอตทริบิวต์ (Attribute)

- Transaction Data หรือ Market Basket Data เป็นข้อมูลประเภทข้อมูลพิเศษของ Record Data แต่อินสแตนซ์ ประกอบด้วยชุดข้อมูล (Item) เช่น ชุดข้อมูลการซื้อขายสินค้า เป็นต้น

- Document Data ข้อมูลในรูปของข้อความ (Text) เป็นรูปแบบไม่มีโครงสร้าง

- Data Matrix ข้อมูลมีลักษณะเหมือน Record Data แต่ค่าของข้อมูลเป็นตัวเลขทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมข้อมูล (Data Preparation) เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลานานที่สุด ด้วยตัวแบบที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูลจะให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องน่าเชื่อถือ ขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูล ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

- การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection) การกำหนดเป้าหมาย และการเลือกใช้ข้อมูลเฉพาะที่จำเป็นในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล

- การกลั่นกรองข้อมูล (Data Cleaning) การจัดการข้อมูลที่ไม่จำเป็น เช่น ข้อมูลซ้ำซ้อน แก้ไขข้อมูลที่ผิดพลาด และการจัดการข้อมูลที่สูญหาย เป็นต้น

- การแปลงข้อมูล (Data Transformation) ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลรูปแบบที่สามารถนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลตามรูปแบบที่เลือกใช้

ขั้นตอนที่ 4 พัฒนาตัวแบบ (Modeling) ขั้นตอนนี้เป็นการเลือกและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล

ขั้นตอนที่ 5 การแปลผลและการประเมินผล (Evaluation) เป็นการวิเคราะห์ประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบเทคนิคเหมืองข้อมูล และกำหนดคุณสมบัติที่ใช้ตัวแบบที่บรรลุตามวัตถุประสงค์

ขั้นตอนที่ 6 การนำไปใช้ (Deployment) เมื่อได้ตัวแบบของเทคนิคเหมืองข้อมูลตามวัตถุประสงค์ที่ได้วางไว้ ขั้นตอนที่ 6 จะเป็นการวางแผน และนำตัวแบบเหมืองข้อมูลไปประยุกต์ใช้ในการทำงานจริง

2.5.3 เทคนิคเหมืองข้อมูล (Data Mining)

ตัวแบบ (Modeling) เทคนิคเหมืองข้อมูลมีเป็นจำนวนมาก ที่ได้มีการพัฒนา และใช้อย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้องมูล เช่น การสร้างกฎความสัมพันธ์ (Association) การจำแนกข้อมูล (Classification) การพยากรณ์ (Prediction) การจัดกลุ่มข้อมูล (Clustering) และการประมาณค่าจำนวน หรือปริมาณข้อมูล (Regression) สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

2.5.3.1. การสร้างกฎความสัมพันธ์ เป็นเทคนิคหนึ่งของเทคนิคเหมืองข้อมูลที่สำคัญ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงกับงานต่าง ๆ หลักการทำงานของวิธีนี้ คือ การค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากข้อมูลขนาดใหญ่ที่มีอยู่เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ หรือทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ หรือมาจากการวิเคราะห์การซื้อสินค้าของลูกค้าเรียกว่า Market Basket Analysis จากการสังเกตการณ์ซื้อสินค้าในซุปเปอร์มาเก็ต นำข้อมูลมาวิเคราะห์การซื้อสินค้าของลูกค้าแต่ละราย วิเคราะห์พฤติกรรมของผู้บริโภค เป็นต้น การสร้างกฎความสัมพันธ์ แบ่งเป็น 3 ประเภทดังนี้

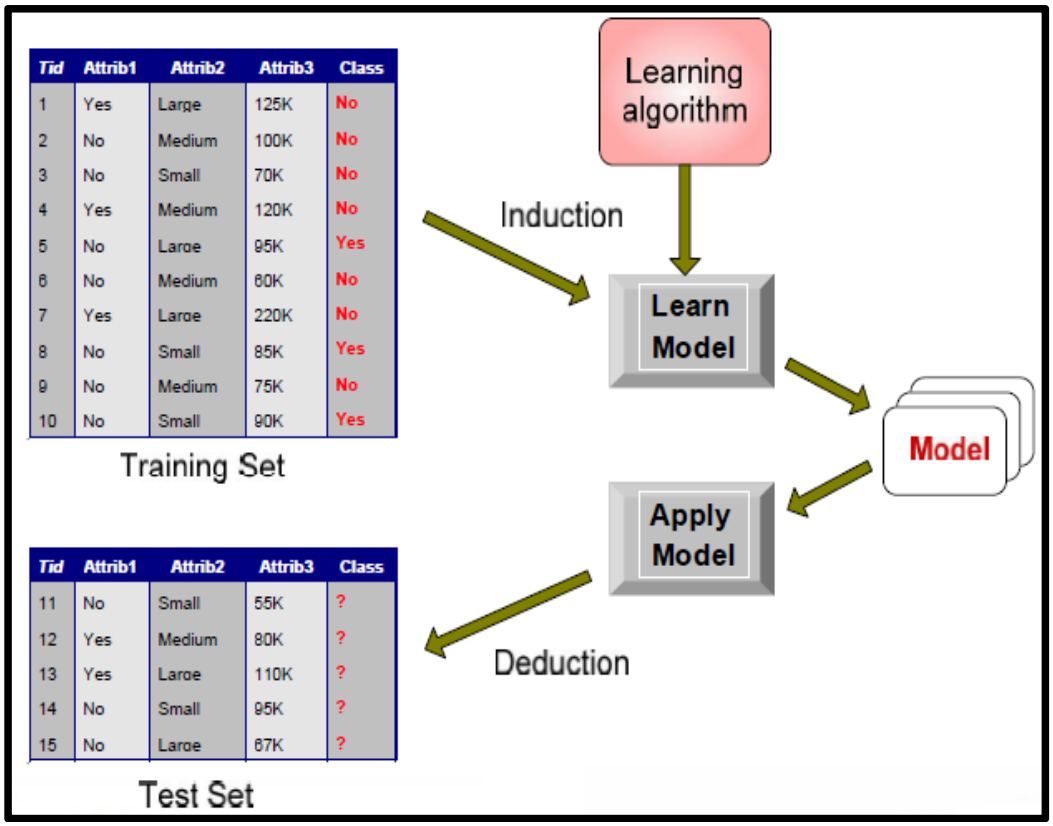
- Actionable Rules เป็นกฎที่มีประโยชน์น่าเชื่อถือนำไปใช้ได้จริง เช่น ตัวอย่าง Beer & Diapers Rule: Buy (“Beer”) = > Buy (“Diapers”) คือ ลูกค้าที่ซื้อเบียร์แล้วจะซื้อผ้าอ้อมเด็กด้วย

- Inexplicable Rules เป็นกฎที่ไม่สามารถอธิบายได้ ไม่แนะนำให้ไปปฏิบัติได้ เช่น ตัวอย่างที่ว่า “เปิดร้านเปิดสาขาใหม่พบว่าสินค้าชนิด A ขายดีมาก”

- Trivial Rules เป็นกฎที่รู้อยู่แล้วว่าต้องเกิดขึ้น เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นแป็นธรรมชาติ เช่น Buy (Toothbrush”) = > (“Toothpaste”) คือ ลูกค้าที่ซื้อแปรงสีฟันแล้วจะซื้อยาสีฟันด้วย

2.5.3.2. การจำแนกข้อมูล และการพยากรณ์

การจำเนกข้อมูลเป็นกระบวนการสร้างตัวแบบ (Model) จัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่มที่กำหนดมาให้ ตัวอย่างเช่น จัดกลุ่มนักเรียนว่า ดีมาก ดี ปานกลาง ไม่ดี โดยพิจารณาจากประวัติ และผลการเรียน หรือแบ่งประเภทของลูกค้าว่าเชื่อถือได้ หรือไม่โดยพิจารณาจากข้อมูลที่มีอยู่ กระบวนการ จำแนกข้อมูล (Classification Process) แบ่งขั้นตอนดังภาพประกอบ 2-18



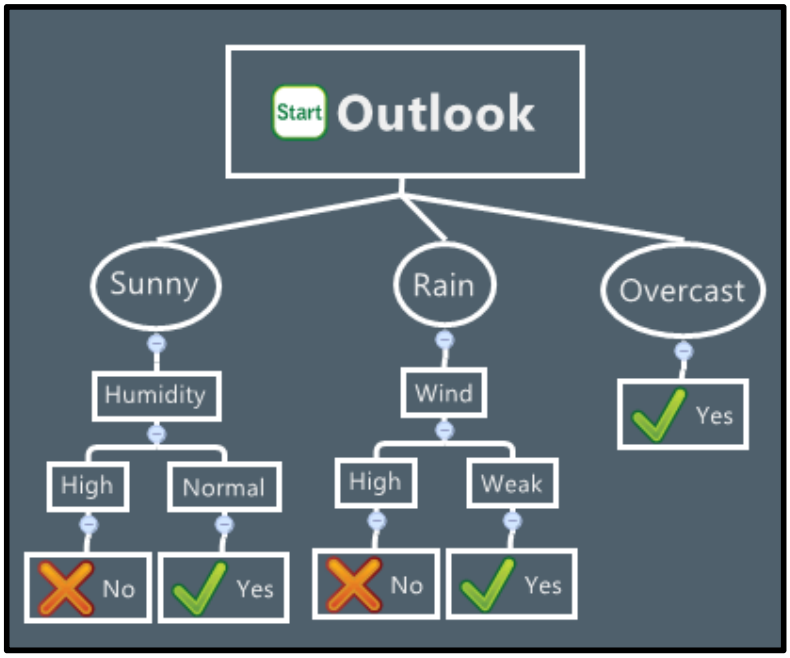
ภาพประกอบ 2-19 Classification Process [21]

การพยากรณ์ เป็นการสร้างตัวแบบ โดยการเรียนรู้จากข้อมูลที่ได้กำหนดคลาสไว้เรียบร้อยแล้ว (Training data) ซึ่งตัวแบบสร้างได้ดังนี้

1.วิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree)

2.ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม หรือนิวรอลเน็ต (Neural Network)

โครงสร้างแบบต้นไม้ตัดสินใจของ Decision Tree เป็นที่นิยมกันมากเนื่องจากเป็นลักษณะที่ทำให้เข้าใจได้ง่าย มีลักษณะเหมือนแผนภูมิองค์กร สามารถสร้างกฎการตัดสินใจ โดยที่แต่ละโหนดแสดง แอตทริบิวต์แต่ละกิ่งแสดงผลในการทดสอบ และลีฟโหนดแสดงคลาสที่กำหนดไว้ ซึ่งสามารถเลือกแอตทริบิวต์ที่สำคัญในการสร้างโมเดล ดังภาพประกอบ 2-19

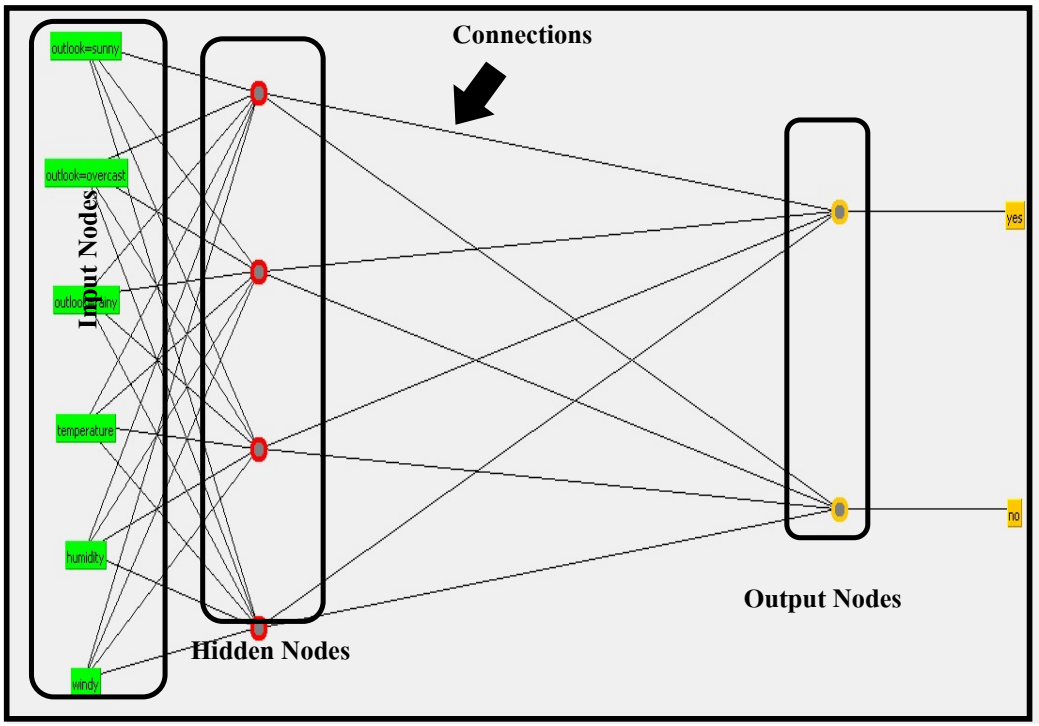


ภาพประกอบ 2-20 ตัวอย่างของ Decision Tree [21]

จากภาพประกอบ 2-19 สามารถสร้างกฎการตัดสินได้ดังนี้

เริ่มต้นที่โหนด Outlook “ If the outlook is overcast then we should definitely play tennis. If it is rainy, we should only play tennis if the wind is week. And if it is sunny then we should play tennis in case the humidity is normal.” [21]

ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียมเป็นเทคโนโลยีที่มีที่มาจากงานวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence:AI) เพื่อใช้ในการคำนวณค่าฟังก์ชันจากกลุ่มข้อมูล วิธีการของนิวรอลเป็นวิธีการที่ให้เครื่องเรียนรู้จากตัวอย่างต้นแบบ แล้วฝึก (Train) ให้ระบบได้รู้จักที่จะคิดแก้ปัญหาที่กว้างขึ้นได้ ในโครงสร้างของนิวรอลเน็ตจะประกอบด้วยโหนด (Node) สำหรับ Input–Output และการประมวลผล กระจายอยู่ในโครงสร้างเป็นชั้น ๆ ได้แก่ Input nodes, Output nodes และ Hidden nodes การประมวลผลของนิวรอลเน็ตจะอาศัยการส่งการทำงานผ่านโหนดต่าง ๆ ใน layer เหล่านี้ ดังภาพประกอบที่ 2-20

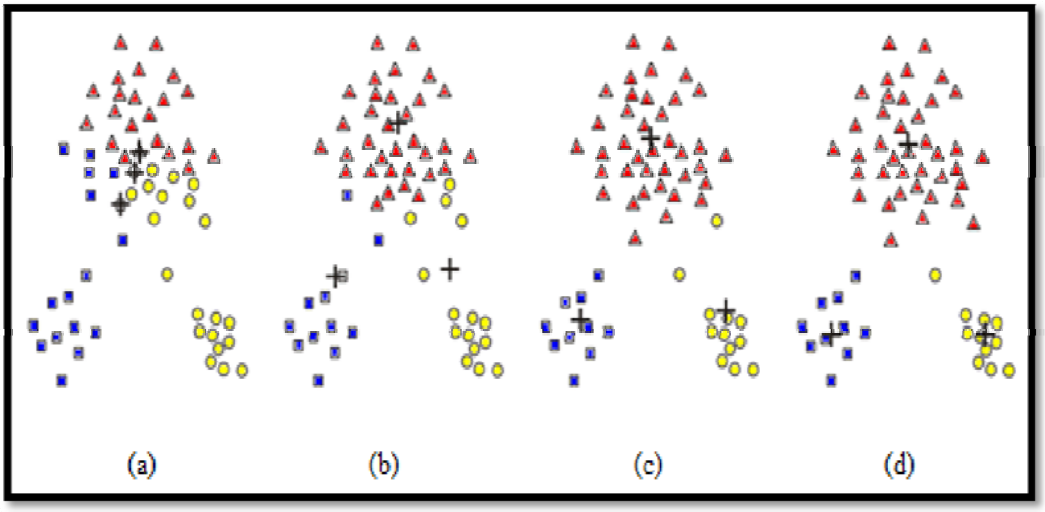


ภาพประกอบ 2-21 การประมวลผลของนิวรอลเน็ต

การพยากรณ์ เป็นการทำนายหาค่าที่ต้องการจากข้อมูลที่มีอยู่ ตัวอย่างเช่น หายอดขายของเดือนถัดไปจากข้อมูลที่มีอยู่ หรือทำนายโรคจากอาการของคนไข้ในอดีต เป็นต้น

การจัดกลุ่ม หรือ Segmentation เป็นเทคนิคการลดขนาดของข้อมูลด้วยการรวมกลุ่มตัวแปรที่มีลักษณะเดียวกันไว้ด้วยกัน หรือการแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ โดยต้องการให้ข้อมูลในกลุ่มเดียวกันมีความเหมือนกันมากๆ และข้อมูลที่อยู่ต่างกันมีความต่างกันมาก ๆ ซึ่งเรียกแต่ละกลุ่มย่อยว่าคลัสเตอร์ (Cluster) ปัจจุบันเทคนิคที่นิยมใช้กันมาก คือ เทคนิคการจัดกลุ่มแบบ K-means (K-means Clustering) อัลกอริทึมเทคนิคการเรียนรู้โดยไม่มีผู้สอนที่ง่ายที่สุด เพราะ

เป็นการแก้ปัญหาการจัดกลุ่มที่รู้จักกันทั่วไป โดยอัลกอริทึม K-means จะตัดแบ่ง (Partition) วัตถุออกเป็น K กลุ่ม โดยแทนแต่ละกลุ่มด้วยค่าเฉลี่ยของกลุ่ม ซึ่งใช้เป็นจุดศูนย์กลาง (Centroid) ของกลุ่มในการวัดระยะห่างของข้อมูลในกลุ่มเดียวกัน ดังภาพประกอบ 2-21



ภาพประกอบ 2-22 ตัวอย่าง Clustering หรือ การจัดกลุ่ม K-means Clustering [22]

ดังภาพประกอบที่ 2-21 กลุ่ม (a) เป็นการจัดกลุ่มในขั้นตอนแรกโดยที่กำหนดจำนวนกลุ่ม 3 กลุ่ม และกำหนดจุดศูนย์กลางเริ่มต้น ซึ่งใช้สัญลักษณ์ + แทนจุดศูนย์กลางของแต่ละกลุ่มทั้ง 3 กลุ่ม จากนั้นวัตถุจะถูกกำหนดให้เข้ากลุ่มที่มีจุดศูนย์กลางใกล้วัตถุนั้นมากที่สุดดังกลุ่ม (b) จุดศูนย์กลางมีการเปลี่ยนแปลงและเกิดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับจุดศูนย์กลางใหม่และจัดวัตถุให้เข้ากลุ่มที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ใกล้กับวัตถุนั้นมากที่สุดดังกลุ่ม (c) ทำซ้ำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั้งจุดศูนย์กลางไม่เปลี่ยนแปลงจึงจะได้ผลลัพธ์สุดทั้งดังกลุ่ม (d)

เทคนิคเหมืองข้อมูลเป็นเทคนิค หรือวิธีที่สำคัญที่ทำให้ค้นพบความรู้ที่สามารถวิเคราะห์ได้จากข้อมูลที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก ความรู้ที่ค้นพบสามารถนำมาพัฒนาเป็นองค์ความรู้ที่เป็นประโยชน์ ซึ่งปัจจุบันได้ถูกนำมาพัฒนาใช้อย่างมีประสิทธิภาพไม่เฉพาะภายในองค์กรธุรกิจเท่านั้น แต่ยังถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย เช่น การพยากรณ์อากาศ การขนส่ง สุขภาพ และการประกันภัย เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การทำเหมืองข้อมูลก็มีทั้งข้อดี และข้อเสีย เช่น ความปลอดภัยของข้อมูล และวัตถุประสงค์ของข้อมูลที่นำไปใช้ ในการทำเหมืองข้อมูลจึงต้องตรวจสอบ และวิเคราะห์ข้อมูลที่นำไปใช้วิเคราะห์อย่างละเอียดรอบคอบ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่วิเคราะห์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.6 การตัดเกรดยาง

การตรวจจคุณภาพผลิตภัณฑ์มีหลายวิธี งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีปฏิบัติการตรวจเช็คและตัดเกรดจุดขาวหลังอัดแท่งรวมถึงอุณหภูมิในผลิตภัณฑ์ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งเป็นการสุ่มเช็คจุดขาวและอุณหภูมิในผลิตภัณฑ์ระหว่างการผลิตก่อนบรรจุเป็นผลิตภัณฑ์ มีเกณฑ์การตัดเกรดจุดขาวอธิบายได้ดังตาราง 2-2 และตาราง 2-3 [23]

ตาราง 2- 2 เกณฑ์ให้เกรดจุดขาว

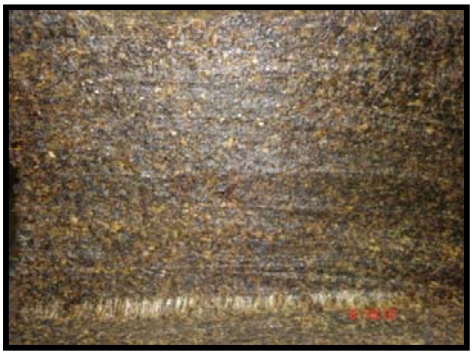
ลักษณะ	ขนาด	จำนวนจุดขาว				
		0-3	4-10	11-15	16-20	>20
กระจายห่างๆ	น้อยกว่า 3 มม.	A	A	B	B	B
กระจายห่างๆ	3-4 มม.	A	B	B	B	F_1
กระจายห่างๆ	มากกว่า 4 มม.	A	B	F_1	F_1	F_1
กระจุก		F_{2-4}				
แถบ		F_{2-4}				

ตาราง 2- 3 ระดับของปัญหาจุดขาว (เกรด F) [23]

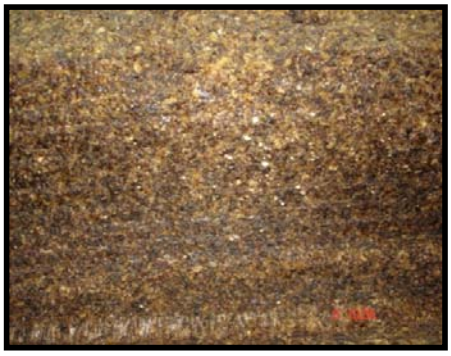
ระดับความรุนแรง	ลักษณะจุดขาวเกรด F
F1	กระจายทั่วก้อนยาง
F2	เป็นแถบหรือกระจุกกว้าง ≤ 1 นิ้ว อุณหภูมิก้อนยางหลังอัดแท่ง ≥ 45°C
F3	เป็นแถบหรือกระจุกกว้าง ≤ 1 นิ้ว อุณหภูมิก้อนยางหลังอัดแท่ง < 45°C
F4	เป็นแถบหรือกระจุกกว้าง > 1 นิ้ว อัดตัวแน่น ไม่ต้องพิจารณาอุณหภูมิก้อนยาง

จาก ตาราง 2-3 แบ่งระดับความรุนแรงของปัญหาจุดขาว (เกรด F) ที่พบหลังอัดแท่งเป็น 4 ระดับ ได้แก่ F1 F2 F3 และF4

การตัดเกรดยางไม่มีวิธีการ หรือทฤษฎี งานวิจัยชิ้นนี้ได้ศึกษาจากวิธีการปฏิบัติงาน (Work Instruction) วิธีการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์หลังอัดแท่ง พบว่าวิธีการในการแยกเกรดยางที่เกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตวัดระดับความรุนแรงที่เกรด A ถึง F4 ซึ่งเกรด F4 จะมีระดับความรุนแรงสูงที่สุด เนื่องจากจุดขาวมีการกระจุกอยู่เป็นบริเวณกว้าง ลักษณะของจุดขาวแบ่งตามการกระจายตัวของจุดขาวแสดงดังภาพประกอบที่ 2-22 ถึง ภาพประกอบ 2-26



ภาพประกอบ 2-23 ยางเกรด A



ภาพประกอบ 2-24 ยางเกรด B

ภาพประกอบ 2-25 ยางเกรด F1

ภาพประกอบ 2-26 ยางเกรด F2/F3

\

ภาพประกอบ 2-27 ยางเกรด F4

2.7 โปรแกรมสำหรับวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูล

โปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูลในปัจจุบันมีมากมาย ทั้งโปรแกรมประเภท Commercial Software และOpen source Software ในงานวิจัยนี้ได้เปรียบเทียบความเหมาะสมในการนำโปรแกรมทดสอบวิเคราะห์เหมืองข้อมูล โดยเปรียบเทียบโปรแกรมในเฉพาะกลุ่ม Open source Software เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อการละเมิดลิขสิทธิ์โปรแกรม ตัวอย่างโปรแกรมในกลุ่ม Open source Software ดังภาพประกอบ 2-27 ถึง 2-29

ภาพประกอบ 2-28 โปรแกรม Weka

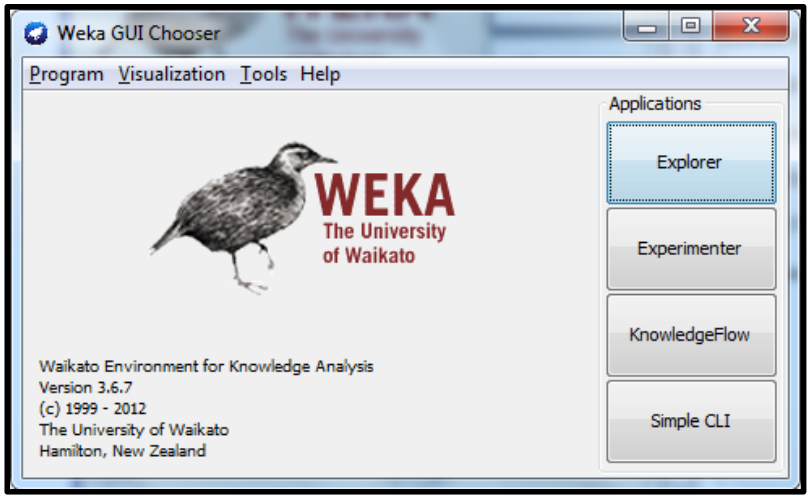
ภาพประกอบ 2- 29 โปรแกรม Rapid Miner

ภาพประกอบ 2- 30 โปรแกรม KNIME

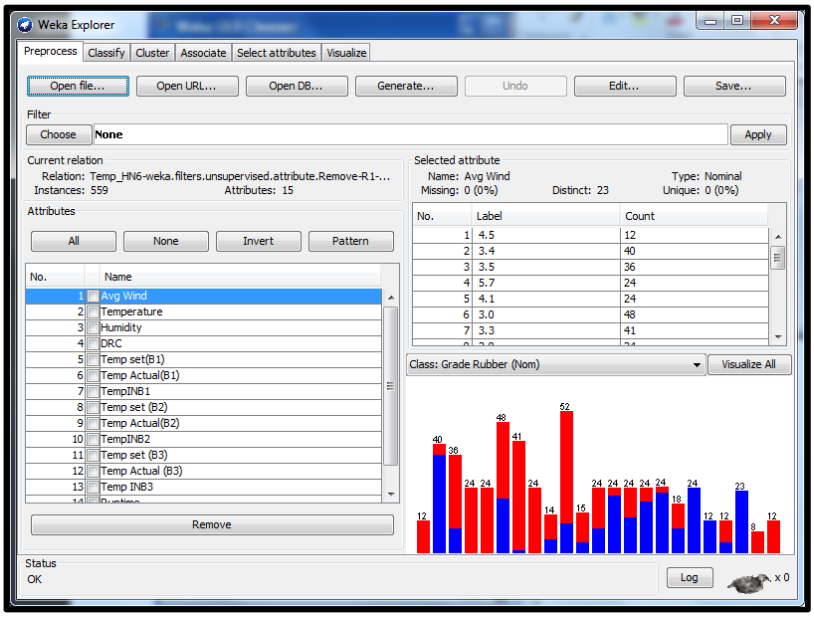
การเปรียบเทียบคัดเลือกโปรแกรมที่นำมาทดสอบวิเคราะห์เหมืองข้อมูล ได้เปรียบเทียบด้วยหัวข้อหลัก ๆ คือ ความยากง่ายในการจัดการข้อมูลสำหรับเตรียมข้อมูลในการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการวิเคราะห์เหมืองข้อมูล จากการศึกษาเปรียบเทียบโปรแกรม Weka มีลักษณะของโปรแกรมแบบ Graphical User Interface (GUI) ด้วยการใช้ภาพสัญลักษณ์ในการออกแบบส่วนต่าง ๆ ของโปรแกรม ทำให้ง่าย และรวดเร็วต่อการใช้งาน เปรียบเทียบกับโปรแกรมอื่น ๆ ต้องใช้การพิมพ์คำสั่ง งานวิจัยนี้จึงได้เลือกโปรแกรม Weka ทดสอบวิเคราะห์เหมืองข้อมูลมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

โปรแกรม Weka เริ่มพัฒนามาตั้งแต่ปี 1997 โดยมหาวิทยาลัย Waikato ประเทศนิวซีแลนด์ [24] เป็นซอฟต์แวร์สำเร็จรูปประเภทฟรีแวร์ อยู่ภายใต้การควบคุมของ GPL License ซึ่งโปรแกรม Weka ได้ถูกพัฒนามาจากภาษาจาวาทั้งหมด ซึ่งเขียนมาโดยเน้นกับงานทางด้านการเรียนรู้ด้วยเครื่อง (Machine Learning) และการทำเทคนิคเหมืองข้อมูล (Data Mining) โปรแกรม

ประกอบไปด้วยโมดูลย่อย ๆ สำหรับใช้ในการจัดการข้อมูล และเป็นโปรแกรมที่สามารถใช้ GUI โดยมีฟังก์ชั่นสำหรับการทำงานร่วมกับข้อมูล ได้แก่ Pre-Processing, Classification, Regression, Clustering, Association Rules, Selection และ Visualization ดังภาพประกอบ 2-27 และภาพประกอบ 2-28



ภาพประกอบ 2-31 Weak GUI Chooser



ภาพประกอบ 2-32 Weka Explorer

โปรแกรมการจัดการข้อมูลของโปรแกรม Weka มีดังต่อไปนี้

1. Explorer เป็นโปรแกรมที่ออกแบบในลักษณะ GUI

2. Experimenter เป็นโปรแกรมที่ออกแบบการทดลองและการทดสอบผล

3. Knowledge Flow เป็นโปรแกรมออกแบบผังการไหลของความรู้

4. Simple CLI (Command Line Interface) เป็นโปรแกรมรับคำสั่งการทำงานของการพิมพ์

ฟังก์ชั่นการทำงานร่วมกันของโปรแกรม Weka มีดังต่อไปนี้

1. Preprocess การเตรียมข้อมูลเลือก File Input พิจารณารายละเอียดของข้อมูล แก้ไขข้อมูล และแปลงข้อมูล

2. Classify เป็นโมเดลการทำเหมืองข้อมูลแบบการจำแนกประเภท (Classification) จำแนกประเภทข้อมูลทำนายค่าข้อมูลใหม่จาก Train Model

3. Cluster เป็นโมเดลการทำเหมืองข้อมูลแบบการแบ่งกลุ่ม (Clustering) แบ่งกลุ่มข้อมูลตามความคล้ายคลึง (Similarity)

4. Associate เป็นโมเดลการทำเหมืองข้อมูลแบบกฎความสัมพันธ์ (Association Rule)

5. Select Attribute คัดเลือกตัวแปรที่สำคัญ

6. Visualize แสดงผลของข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ สองมิติ

บทที่ 3

เครื่องมือ และวิธีการดำเนินการวิจัย

การค้นหาปัจจัยการผลิตที่ส่งผลทำให้เกิดจุดขาว ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล ดำเนินการวิจัยหลัก ๆ ทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่

1.ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างยางทดสอบ

2.ขั้นตอนการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานยางแท่งเอสทีอาร์

3.ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ และโครงสร้างพื้นผิว

4.ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล

ขั้นตอนการวิจัยนี้ ทางผู้วิจัยนำผลการทดสอบคุณสมบัติของยางแท่งเอสทีอาร์ และผลการทดสอบวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ และโครงสร้างพื้นผิว เป็นการวิเคราะห์ค้นหากระบวนการหลักที่ส่งผลให้เกิดจุดขาว ซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิต ไม่ใช่เกิดจากสารเคมี หรือสภาพวัตถุดิบ นำผลที่ได้นำไปศึกษาหาข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิต และส่งผลกระทบต่อการเกิดจุดขาว โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดของเครื่องมือในการทดลองและวิธีการทดลองดังนี้

3.1 การเตรียมตัวอย่างยางทดสอบ

ในขั้นตอนนี้ เป็นการเตรียมตัวอย่างยางสำหรับการทดสอบคุณสมบัติของยางแท่งเอสทีอาร์ วิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ และโครงสร้างพื้นผิว ผู้วิจัยได้ใช้ตัวอย่างยางแท่งเอสทีอาร์ของบริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด(มหาชน) สาขาห้วยนาง จ.ตรัง โดยการเก็บตัวอย่างยางจุดขาวและไม่เป็นจุดขาว เลือกยางสำหรับเป็นตัวอย่างในการทดสอบในช่วงเดือนเมษายน – เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2554 มีปัจจัยสภาพแวดล้อมภายนอกที่อุณหภูมิภายนอกเฉลี่ย 26.17 องศาเซลเซียส เตรียมชิ้นยางสำหรับทดสอบโดยการตัดยางแท่งเอสทีอาร์ 20 จำนวน 2 ตัวอย่าง คือ ตัวอย่างยางที่เป็นจุดขาวและไม่เป็นจุดขาว ขนาดมาตรฐาน 5.5*7 นิ้ว โดยใช้ 1 ตัวอย่างต่อ 1 วิธีการทดสอบ

จากการทดสอบเบื้องต้น ได้เปรียบเทียบผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของยางแท่งเอสทีอาร์ ระหว่างยางที่ไม่เป็นจุดขาวกับยางที่เป็นจุดขาว พบว่าค่าทดสอบปริมาณสิ่งระเหยมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จึงได้ดำเนินการทดสอบค่าปริมาณสิ่งระเหยเพิ่มเติม โดยเตรียมตัวอย่างยาง ขนาดมาตรฐาน 5.5*7 นิ้ว แบ่งเป็นตัวอย่างยางที่ไม่เป็นจุดขาว 45 ตัวอย่าง และตัวอย่างยางที่เป็นจุดขาว ทั้งหมด 45 ตัวอย่าง ในการตัดตัวอย่างตามขนาดมาตรฐานที่ต้องการ ดำเนินการตัดตัวอย่างหลังจากการอบ และสุ่มยางทั้ง 3 จุด คือ ด้านซ้าย ด้านขวา และตรงกลางของพาเลท (Pallet) ดังภาพประกอบ 3-1, ภาพประกอบ 3-2 และภาพประกอบ 3-3

ภาพประกอบ 3-1 ภาพวิธีการตัดตัวอย่างยางขนาด 5.5*7 นิ้ว

ภาพประกอบ 3-2 ภาพแสดงจุดการสุ่มตัดตัวอย่างยาง 3 จุด

ภาพประกอบ 3-3 ภาพตัวอย่างยางที่เป็นจุดขาว ขนาด 5.5*7 นิ้ว

3.2 ขั้นตอนการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานยางแท่งเอสทีอาร์

ขั้นตอนในการศึกษางานวิจัยมีขั้นตอนการศึกษา 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการทดสอบดัชนีความอ่อนตัว ขั้นตอนการทดสอบความหนืด และขั้นตอนทดสอบปริมาณสิ่งระเหย มีรายละเอียดขั้นตอน เครื่องมือ และวิธีการศึกษาดังนี้

3.2.1. ขั้นตอนวิธีการทดสอบดัชนีความอ่อนตัว (Determination of Plasticity Retention Index-PRI) รายละเอียดประกอบด้วย [19]

1. เครื่องมือในการทดสอบ

1.1 เครื่องบด 2 ลูกกลิ้ง (Two-roll mill)

1.2 พลาสติกมิเตอร์ แบบ Wallace (Wallace Rapid Plastimeter) พร้อมชุดให้ความร้อน

1.3 เครื่องตัดตัวอย่าง (Wallace punch)

1.4 เครื่องวัดความหนา (Thickness gauge)

1.5 ตู้อบ (Oven)

- ตู้อบ (Laboratory oven) ตลอดเวลาการทดสอบต้องควบคุมอุณหภูมิที่ 140 $^{\circ}C \pm 0.5\ ^{\circ}C$

- ตู้อบแบบ Wallace (Wallace PRI oven) ตลอดเวลาการทดสอบต้องควบคุมอุณหภูมิที่ 140 $^{\circ}C \pm 0.2\ ^{\circ}C$

ตู้อบทั้งสองชนิดต้องสามารถปรับอุณหภูมิได้รวดเร็ว คือ หลังจากใส่ตัวอย่างและปิดประตูอบ อุณหภูมิต้องกลับไปอยู่ระดับเดิมภายในเวลา 6 นาที

- กระดาษมวนบุหรี่ชนิดฟอกแล้วและไม่เคลือบกรด (Bleached, unglazed acid free tissue paper) มีความหนาประมาณ 0.04 มิลลิเมตร หรือน้ำหนักประมาณ 22 กรัม/ตารางเมตร

2. วิธีการทดสอบ

ดำเนินการทดสอบผ่านห้องปฏิบัติการ บริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด (มหาชน) น้ำหนัก 20 กรัม นำค่าที่ได้คำนวณค่ามัธยฐาน (Median) ของชิ้นทดสอบ มาคำนวณหาดัชนีความอ่อนตัวดังนี้

$$PRI = \frac{P_{30}}{P_0} \times 100$$

เมื่อ PRI = ดัชนีความอ่อนตัว

P_0 = มัธยฐานค่าความอ่อนตัวของยางชุดที่ไม่อบ

P_{30} = มัธยฐานค่าความอ่อนตัวของยางชุดที่อบแล้ว

3.2.2. วิธีการทดสอบความหนืด Determination of Mooney Viscosity-V_R ใช้เครื่องวัดความหนืดแบบ Mooney (Mooney Viscometer) วิธีการทดสอบรายละเอียดดังนี้ [19]

1. วิธีการทดสอบ

1.1 ตรวจสอบอุณหภูมิของช่องใส่ยางให้คงที่ที่อุณหภูมิ 100 °C อุ่นโรเตอร์ (Rotor) โดยใส่ลงในช่องใส่ยางให้ร้อนเป็นเวลา 2 นาที

1.2 นำโรเตอร์ออกจากช่องใส่ยาง

1.3 แบ่งยางที่เตรียมไว้ประมาณ 25 กรัม ออกเป็นสองส่วนเท่าๆ กัน โดยแต่ละส่วนมีความหนาประมาณ 6 มม. และมีน้ำหนักประมาณ 12.5 กรัม นำยางประกบด้านบนและล่างของโรเตอร์ ใส่ในช่องใส่ยาง แล้วเดินเครื่อง เครื่องจะอุ่นยางเป็นเวลา 1 นาที และโรเตอร์หมุนวัดความหนืดเป็นเวลา 4 นาที

ในการบันทึกผลความหนืดที่อ่านได้จากเครื่องพร้อมระบุเงื่อนไขการทดสอบดังนี้

ML (1+4) 100 °C

เมื่อ $_X$ = ค่าความหนืดที่อ่านได้จากเครื่อง

M = Mooney Viscosity

L = โรเตอร์ใหญ่ (ในกรณีที่ยางแข็งมากใช้โรเตอร์เล็ก ให้ใช้อักษร S)

1 = เวลาที่ใช้ในการอุ่นยาง หน่วยเป็นนาที

4 = เวลาที่โรเตอร์หมุนวัดความหนืด หน่วยเป็นนาที

100˚C = อุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบ

3.2.3. วิธีการทดสอบปริมาณสิ่งระเหย Determination of Volatile Matter Content-VM มีเครื่องมือ อุปกรณ์ และวิธีการรายละเอียดดังนี้ [19]

1. เครื่องมือ/อุปกรณ์

1.1 เครื่องบด 2 ลูกกลิ้ง (Two-roll mill)

1.2 เครื่องชั่งชนิดอ่านได้ละเอียด 0.001 กรัม

1.3 ตู้อบอุณหภูมิ 0 ˚C – 200 ˚C

1.4 ถุงพลาสติกพอลิเอทธิลีน ขนาดประมาณ กว้าง 4 นิ้ว ยาว 8 นิ้ว หนา 0.06 มม.

1.5 ถาดอลูมิเนียม ขนาดประมาณ กว้าง 6.5 นิ้ว ยาว 14 นิ้ว สูง 1.5 นิ้ว บุด้วยตะแกรงขนาด 7 เมช

1.6 ที่แขวนถุงพลาสติกพร้อมที่หนีบ

2. วิธีการทดสอบ

2.1 ชั่งยางที่เตรียมไว้ให้ได้น้ำหนัก 9.0980 – 10.0200 กรัม นำไปผ่านเครื่องบด ซึ่งมีน้ำเย็นผ่านลูกกลิ้งที่ปรับช่องห่าง 0.02 นิ้ว ถ้ามีชิ้นยางตกหล่นเก็บรวบรวมให้หมด

2.2 เรียงยาง 15-18 ตัวอย่างในถาดอลูมิเนียม นำไปอบในตู้อบอุณหภูมิ 100 ˚C $\pm$ 3 ˚C นาน 4 ชั่วโมง ถ้าวางถาดซ้อนกัน ให้วางได้ไม่เกิน 7 ชั้น

2.3 นำยางออกจากตู้อบที่ละถาด และนำยางแต่ละชิ้นใส่ในถุงพลาสติก พับปากถุง 3 ครั้ง พับครึ่งอีกครั้ง แล้วนำไปหนีบไว้กับที่หนีบ

2.4 ปล่อยยางในถุงพลาสติกให้เย็น ใช้เวลาประมาณ 30 นาที นำไปชั่งละเอียด 0.001 กรัม

ผลที่ได้นำมาคำนวณปริมาณสิ่งระเหยคิดเป็นร้อยละได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณสิ่งระเหย} = \frac{\text{น้ำหนักสิ่งระเหย}}{\text{น้ำหนักชิ้นทดสอบก่อนอบ}} \times 100 \%$$

X 100

หรือ $= \frac{A-B}{A}$

เมื่อ A = น้ำหนักชิ้นทดสอบก่อนอบ หน่วยเป็นกรัม

B = น้ำหนักทดสอบหลังอบ หน่วยเป็นกรัม

3.3 ขั้นตอนการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ และโครงสร้างพื้นผิว

ในการทดสอบค่ามาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ งานวิจัยนี้ยังเพิ่มเติมขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ และวิเคราะห์โครงสร้างพื้นผิวของยาง เพื่อพิสูจน์ยางที่เกิดจุดขาว เกิดจากกระบวนการผลิต ไม่ใช่เกิดจากสารเคมี ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบรายละเอียดประกอบดังนี้

3.3.1. เครื่องมือ/อุปกรณ์

1. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (Scanning Electron Microscope, JSM-5800LV, JEOL, Japan)
2. อุปกรณ์วิเคราะห์ค่าพลังงานรังสีเอ็กซ์ (Energy Dispersive X-ray Spectrometer, ISIS300, Oxford, England)
3. เครื่องเคลือบผิวด้วยโลหะ (Sputter Coater, SPI, USA)
4. แท่นวางตัวอย่าง
5. เทปกาวและเทปกาวคาร์บอน
6. ไนโตรเจนเหลว
7. กรรไกร มีด

3.3.2. วิธีการทดสอบงานวิจัยได้ศึกษา 2 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ และโครงสร้างพื้นผิว มีขั้นตอนวิธีการทดสอบดังนี้

1. วิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ วิธีการทดสอบ
   - เตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกันกับ ข้อ 1-3 ด้วยเทปกาวคาร์บอน
   - นำไปทดสอบเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุในตัวอย่างด้วยอุปกรณ์วิเคราะห์ค่าพลังงานรังสีเอ็กซ์ (EDX) ซึ่งติดตั้งไว้ด้วยกันกับเครื่อง SEM
2. วิเคราะห์โครงสร้างพื้นผิว
   - ตัดชิ้นตัวอย่างตรงบริเวณต้องการ ขนาด 1x3 ซม.
   - นำตัวอย่างไปแช่ในไนโตรเจนเหลวนาน 2 นาที แล้วหักตัวอย่าง

- นำตัวอย่างที่หักได้ไปติดลงบนแท่นวางตัวอย่าง ซึ่งยึดไว้ด้วยเทปกาว โดยวางให้ด้านที่เป็นรอยหักอยู่ด้านบน

- นำตัวอย่างเคลือบผิวด้วยทองคำเป็นเวลา 2 นาที

- นำไปทดสอบเพื่อถ่ายภาพพื้นผิวด้วยเครื่อง SEM

การทดสอบค่ามาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ และวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีเป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ค้นหาปัจจัยที่เกี่ยวข้องที่ส่งผลทำให้เกิดจุดขาว และช่วยค้นหากระบวนการผลิตหลักที่สำคัญที่ส่งผลให้การผลิตเกิดจุดขาว อีกทั้งเพื่อการวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐาน จึงได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ หรือขีดจำกัดสมบัติต่าง ๆของยางแท่งเอสทีอาร์ รวมทั้งการเปรียบเทียบองค์ประกอบธาตุ และโครงสร้างพื้นผิวของยางทั้ง 2 ประเภท

3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล

ในขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลนั้น ข้อมูลเป็นสิ่งสำคัญที่สุดที่จะต้องมีความถูกต้อง และครบถ้วน การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล ได้ใช้การวิเคราะห์ด้วยกระบวนการ CRISP-DM ในการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน มีขั้นตอนและการกำหนดค่าพารามิเตอร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจ ระบุปัญหา หรือเป้าหมายที่ต้องการในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล (Business Understanding) ในกระบวนการผลิตมีขั้นตอนตั้งแต่การผลิต จนกระทั้งการส่งออกผลิตภัณฑ์ถึงมือลูกค้า ทุกขั้นตอนมีความสำคัญในการทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ ผลจากการศึกษาพบว่า ผลิตภัณฑ์เกิดสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาว (Contaminate White Spot) เป็นจำนวนมาก ดังนั้นการค้นหาปัจจัยที่ส่งผลทำให้เกิดจุดขาวจึงมีความสำคัญ เพื่อช่วยลดต้นทุนในการบริหารจัดการผลิตภัณฑ์ที่มีสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาว

จากปัญหาดังกล่าวเหล่านี้เราสามารถระบุปัญหาในงานวิจัยได้ดังนี้

1. การค้นหาปัจจัยการผลิตภายในกระบวนการผลิตยางแท่ง ที่ส่งผลให้การผลิตเกิดจุดขาว

2. ปัจจัยการผลิตแต่ละปัจจัยมีผลกระทบต่อการผลิตทำให้เกิดจุดขาว เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการระบุผลกระทบ นำไปสู่การผลิตที่มีคุณภาพในอุตสาหกรรมผลิตและส่งออกยางพารา

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล (Data Understanding) จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ และโครงสร้างพื้นผิว สามารถระบุกระบวนการผลิตหลักที่ส่งผลให้เกิดจุดขาว คือกระบวนการอบยาง ซึ่งผลจากการศึกษาฐานข้อมูลภายในของบริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด(มหาชน) สาขาห้วยนาง ค้นพบฐานข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ฐานข้อมูลอุณหภูมิภายในของการอบยางประกอบด้วยข้อมูล 14 ฟิลด์ (ตาราง 3-2) เก็บรวบรวมข้อมูลโดยฝ่ายผลิต เพื่อใช้วิเคราะห์อุณหภูมิที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ซึ่งมีจำนวนมาก แต่รูปแบบในการรวบรวมไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ การวิเคราะห์ค้นหาปัจจัยการผลิตที่ส่งผลให้เกิดจุดขาวต้องการวิเคราะห์ผลของการเกิดจุดขาว หรือเกรดยางเปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่เกิดจากกระบวนการอบยาง ซึ่งพบว่าข้อมูลที่รวบรวมไว้ในฟิลด์ชื่อ Rubber Grade ได้ระบุว่ายางเป็นจุดขาว คือ ยางเกรดจุดขาว A, B, F1, F2, F3 และ F4 ตามลำดับ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลได้อย่างเหมาะสม งานวิจัยนี้ได้กำหนดตัวแปรใหม่ดังแสดงในตาราง 3-1

ตาราง 3-1 คำนิยามเกรดยาง

Grade Rubber	ตัวแปร	คำนิยาม
A-B	0	เกรดยางที่ยอมรับได้ หมายถึง ยางไม่มีจุดขาว
F1-F4	1	เกรดยางที่ยอมรับไม่ได้มีปริมาณจุดขาวสูง หมายถึง ยางที่มีจุดขาว

2. ฐานข้อมูลอุณหภูมิภายนอก ซึ่งเป็นข้อมูลอุหภูมิเฉลี่ยภายนอกของพื้นที่จังหวัดตรัง [18] จากการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ และโครงสร้างพื้นผิว พบว่าอุณหภูมิ และความชื้น เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้การผลิตเกิดจุดขาว ทำให้การถ่ายเทความชื้น ปริมาณความชื้นภายใน กับภายนอกมีความสัมพันธ์กัน สามารถระบุได้ว่ากระบวนการอบยาง เป็นกระบวนการหลักที่มีผลกระทบทำให้เกิดจุดขาว ทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษาฐานข้อมูลภายในที่นำมาทดสอบวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมือนข้อมูล ผลการวิเคราะห์ ศึกษาสรุปผลได้ดังนี้

จากการศึกษาฐานข้อมูลของบริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรีจำกัด(มหาชน) สาขาห้วยนางแบ่งประเภทฐานข้อมูลเป็น 2 ฐานประกอบด้วย

ฐานข้อมูลที่ 1 เกี่ยวข้องอุณภูมิเกี่ยวข้องการอบยางประกอบด้วยตาราง 14 ฟิลด์ ดังตาราง 3-2

ตาราง 3-2 ฐานข้อมูลอุณหภูมิภายใน

ชื่อฟิลด์	คำอธิบาย
Date	วันที่ผลิต
Time	เวลาผลิต
Set Temp (B1)	อุณหภูมิตั้งค่าเริ่มต้นของเตาที่ 1
Actual Temp (B1)	อุณหภูมิเกิดขึ้นจริงของเตาที่ 1
IN Temp (B1)	อุณหภูมิภายในของเตาที่ 1
Set Temp (B2)	อุณหภูมิตั้งค่าเริ่มต้นของเตาที่ 2
Actual Temp (B2)	อุณหภูมิเกิดขึ้นจริงของเตาที่ 2
IN Temp (B2)	อุณหภูมิภายในของเตาที่ 2
Set Temp (B3)	อุณหภูมิตั้งค่าเริ่มต้นของเตาที่ 3
IN Temp (B3)	อุณหภูมิภายในของเตาที่ 3
Runtime(นาที)	ระยะเวลาการอบยาง
DRC	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักยางแห้ง
Rubber Grade	เกรดยาง

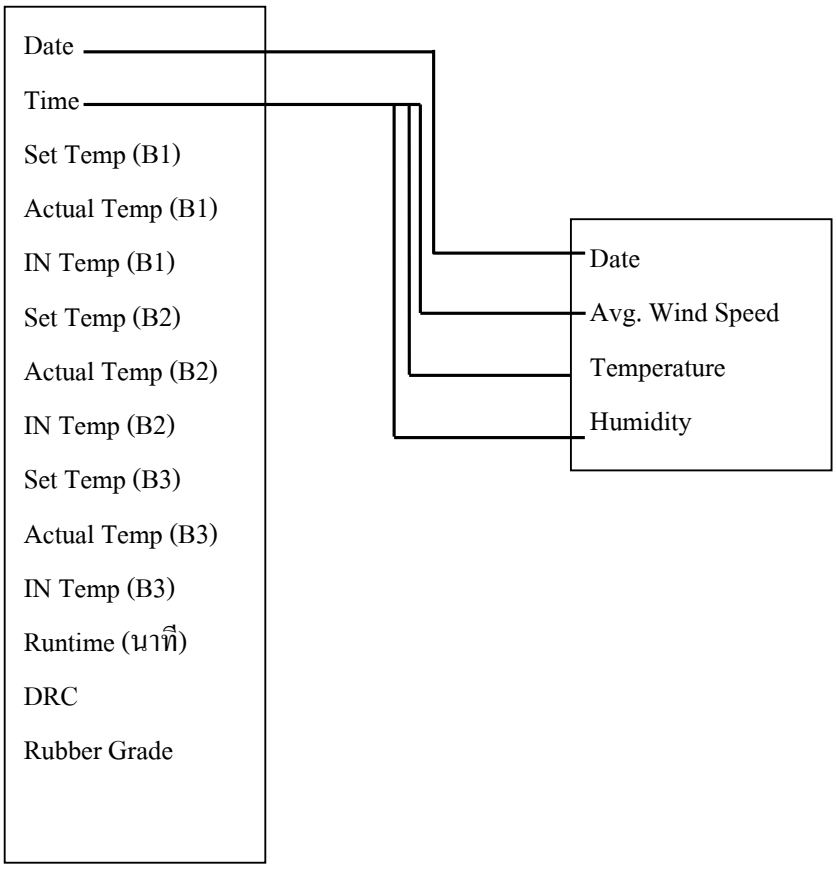
ฐานข้อมูลที่ 2 เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิภายนอกประกอบด้วยตาราง 4 ฟิลด์ [18] ดังตาราง 3-3

ตาราง 3-3 ฐานข้อมูลอุหภูมิภายนอก

ชื่อฟิลด์	คำอธิบาย
Date	วันที่บันทึกข้อมูล
Avg. Wind Speed	อัตราเฉลี่ยความเร็วลม
Temperature	อุณหภูมิอากาศภายนอก
Humidity	ความชื้นอากาศภายนอก

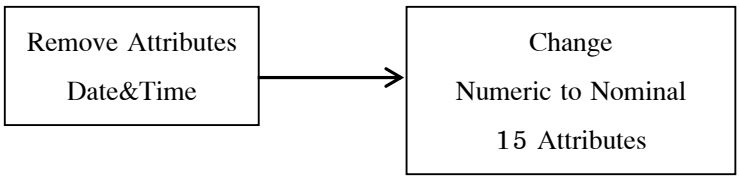
นำผลการศึกษาฐานข้อมูลทั้ง 2 ฐานข้อมูล คือ ฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องการอบยางและอุณหภูมิภายนอก โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม - ธันวาคม พ.ศ.2554 เป็นระยะเวลา 1 ปี วิเคราะห์สร้างความสัมพันธ์

จากรายละเอียดของข้อมูลตาราง 3-2 และ ตาราง 3-3 สร้างความสัมพันธ์ได้ดังภาพประกอบ 3-4



ภาพประกอบ 3-4 ความสัมพันธ์ของข้อมูลจากตาราง 3-2 กับตาราง 3-3

ขั้นตอนที่ 3 การจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation) ในงานวิจัยนี้ดำเนินการเตรียมข้อมูลโดยการนำฟิลด์ข้อมูลที่ไม่จำเป็นออก คือ ฟิลด์วันที่ เวลา และเปลี่ยนประเภทข้อมูลให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูลดังภาพประกอบ 3-5



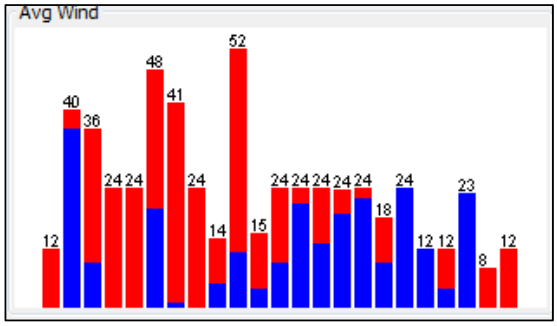
ภาพประกอบ 3-5 การจัดเตรียมข้อมูล

จากการจัดเตรียมข้อมูล ได้ผลการจัดเตรียมข้อมูลดังตาราง 3-4 และสามารถอธิบายด้วยภาพ Visualize Class Grade Rubber ดังตัวอย่างภาพประกอบ 3-6 ถึง 3-10

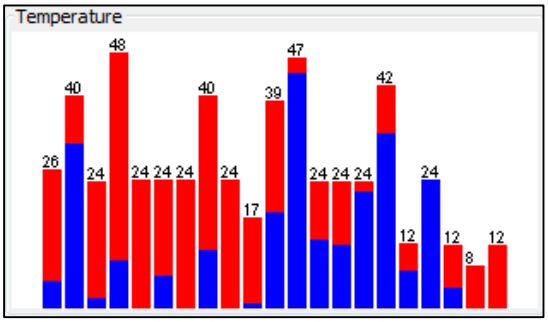
ตาราง 3-4 ผลการจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

No.	ชื่อคุณลักษณะ Attribute Name	ประเภทข้อมูล Type	จำนวนข้อมูลที่ขาดหายไป Missing	จำนวนข้อมูลที่เป็นไปได้ Distinct	จำนวนข้อมูลที่ปรากฏแค่ครั้งเดียว Unique
1.	Avg. Wind Speed	Nominal	(0)0%	23	0(0%)
2.	Temperature	Nominal	(0)0%	21	0(0%)
3.	Humidity	Nominal	(0)0%	18	0(0%)
4.	DRC	Nominal	(0)0%	46	0(0%)
5.	Set Temp (B1)	Nominal	(0)0%	8	0(0%)
6.	Actual Temp (B1)	Nominal	(0)0%	14	3(1%)
7.	IN Temp (B1)	Nominal	(0)0%	23	7(1%)
8.	Set Temp (B2)	Nominal	(0)0%	12	1(1%)
9.	Actual Temp (B2)	Nominal	(0)0%	18	3(1%)
10.	IN Temp (B2)	Nominal	(0)0%	26	8(1%)
11.	Set Temp (B3)	Nominal	(0)0%	14	3(1%)
12.	Actual Temp (B3)	Nominal	(0)0%	18	5(1%)
13.	IN Temp (B3)	Nominal	(0)0%	22	6(1%)
14.	Runtime	Nominal	(0)0%	19	3(1%)
15.	Rubber Grade	Nominal	(0)0%	2	0(0%)

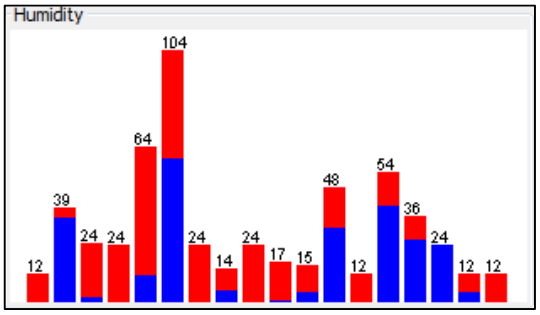
สามารถอธิบายด้วยภาพ Visualize Class Rubber Grade ได้ดังนี้



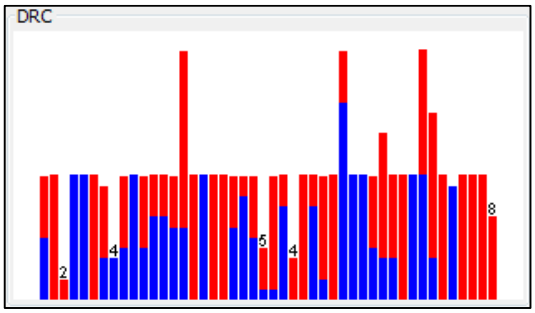
ภาพประกอบ 3-6 Visualize Avg. Wind Speed (M/S)



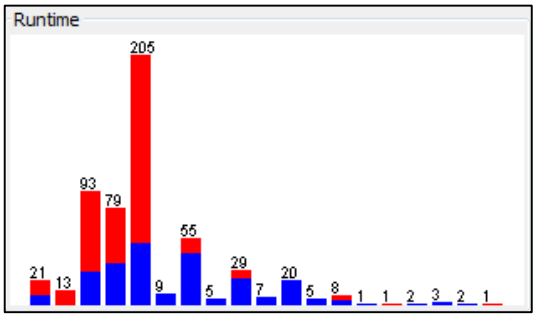
ภาพประกอบ 3-7 Visualize Temperature (°C)



ภาพประกอบ 3-8 Visualize Humidity (RH)



ภาพประกอบ 3-9 Visualize DRC (%)



ภาพประกอบ 3-10 Visualize Runtime (Min/pallet)

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการคัดเลือกตัวแบบ เพื่อวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูล ดำเนินการเปรียบเทียบตัวแบบ 2 ตัวแบบคือ วิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) และวิธีทฤษฎีของโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network หรือ ANN) โดยวิธีการวัดประสิทธิภาพของตัวแบบใช้ข้อมูลเรียนรู้ (Training Set) ด้วยการกำหนดค่าพารามิเตอร์เปรียบเทียบดังตาราง 3-5 และตาราง 3-6

ตาราง 3-5 กำหนดค่าพารามิเตอร์ Neural Network

รายการ	กำหนดค่า
Learning Rate	0.3
Momentum	0.2
Training Time	500
Hidden layers	5

ตาราง 3-6 กำหนดค่าพารามิเตอร์ Decision Tree

รายการ	กำหนดค่า
Confidence Factor	1
MinNumObj	2
MumFolds	3

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นตอนการประเมิน หรือวัดประสิทธิภาพของตัวแบบนำมาวิเคราะห์ได้ตัวแบบที่เหมาะสมในการทดสอบ และได้ผลการวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ในงานวิจัยนี้ได้ประเมินวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจโดยการประเมิน และวัดประสิทธิภาพของต้นแบบโดยวิธีการ Cross-validation 5 Folds และ10 Folds ด้วยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ ดังตาราง 3-7

ตาราง 3-7 ค่าพารามิเตอร์วิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ

รายการ	กำหนดค่า
Confidence Factor	1
MinNumObj	2
MumFolds	3

ขั้นตอนการประเมินดำเนินการวัดค่าประสิทธิภาพของตัวแบบให้ได้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ที่มีค่ามากที่สุด เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาผลกระทบของแต่ละปัจจัยเพื่อสร้างกฎการตัดสินใจ งานวิจัยนี้ได้นำแอตทริบิวต์ปัจจัยอุณหภูมิภายนอกแต่ละปัจจัยคือ ความชื้นภายนอก อุณหภูมิภายนอก และความเร็วลมเฉลี่ย เปรียบเทียบกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการอบยางเฉพาะเตาที่ 1 และ2 โดยวิธีการ Cross-validation 10 Folds เลือกปัจจัยอุณหภูมิภายนอกที่ค่าความถูกต้องมากที่สุด โดยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ดังตาราง 3-8

ตาราง 3-8 ค่าพารามิเตอร์วิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจเปรียบเทียบปัจจัย

รายการ	กำหนดค่า
Confidence Factor	0.25
MinNumObj	2
MumFolds	3

จากผลการทดสอบด้วยวิธีการสร้างต้นไม้ตันสินใจแต่ละขั้นตอน วัดประสิทธิภาพเปรียบเทียบด้วยวิธีการ Cross-validation นำมาคำนวณวัดค่าความถูกต้องของตัวแบบด้วยสูตรการคำนวณดังนี้ [16]

$$\text{Overall accuracy} = \text{Average}\left(\sum_{i=0}^{k} \text{Accuracy}_j\right)$$

บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้ได้กล่าวถึงผลการศึกษาวิจัยการค้นหาปัจจัยการผลิตที่ส่งผลให้เกิดจุดขาวในกระบวนการผลิต ประกอบด้วยผลการศึกษาดังต่อไปนี้

4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของยางแท่งเอสทีอาร์

ในการค้นหาปัจจัยการผลิต ได้ศึกษาคุณสมบัติของยางแท่งเอสทีอาร์ เพื่อระบุกระบวนผลิตหลักที่ส่งผลต่อการผลิตทำให้เกิดจุดขาว จากการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของยางแท่งเอสทีอาร์ สรุปผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานได้ดังนี้

4.1.1. การทดสอบดัชนีความอ่อนตัว (Determination of Plasticity Retention Index-PRI) ผลการทดสอบพบว่า ยางจุดขาว 3 ตัวอย่าง มีค่าดัชนีความอ่อนตัว 67.6 73 และ73 ตามลำดับ ยางไม่มีจุดขาว 3 ตัวอย่าง มีค่าดัชนีความอ่อนตัว 72.3 70.6 และ70.6 ตามลำดับ (ตาราง 4-1) จากการทดสอบเปรียบเทียบยางจุดขาว และไม่มีจุดขาว ค่าดัชนีความอ่อนตัวของยางตัวอย่างทั้ง 2 แบบ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และเปรียบเทียบค่าดัชนีความอ่อนตัวของยางจุดขาวทั้ง 3 ตัวอย่างมีค่าทดสอบไม่ต่ำกว่าร้อยละ 40 ตามมาตรฐานคุณสมบัติของยางแท่งเอสทีอาร์ [17]

ตาราง 4-1 การเปรียบเทียบค่าดัชนีความอ่อนตัวระหว่างยางที่มีจุดขาวและไม่มีจุดขาว

ตัวอย่าง	ยางมีจุดขาว	ยางไม่มีจุดขาว
1	67.6	72.3
2	73.0	70.6
3	73.0	70.6

4.1.2. การทดสอบความหนืด (Determination of Mooney Viscosity-V_R) ผลการทดสอบพบว่า ยางจุดขาวมีค่าความหนืดน้อยกว่ายางที่ไม่มีจุดขาว (ตาราง 4-2) ยางจุดขาว 3 ตัวอย่างมีค่าทดสอบความหนืด 69.3 69.2 และ68.8 ตามลำดับ ยางไม่มีจุดขาวมีค่าทดสอบความหนืด 70.8 70.8 และ72.2 ตามลำดับ ผลการทดสอบเปรียบเทียบความหนืดของยางจุดขาว และไม่มีจุดขาวไม่มีความแตกต่างตามนัยสำคัญ

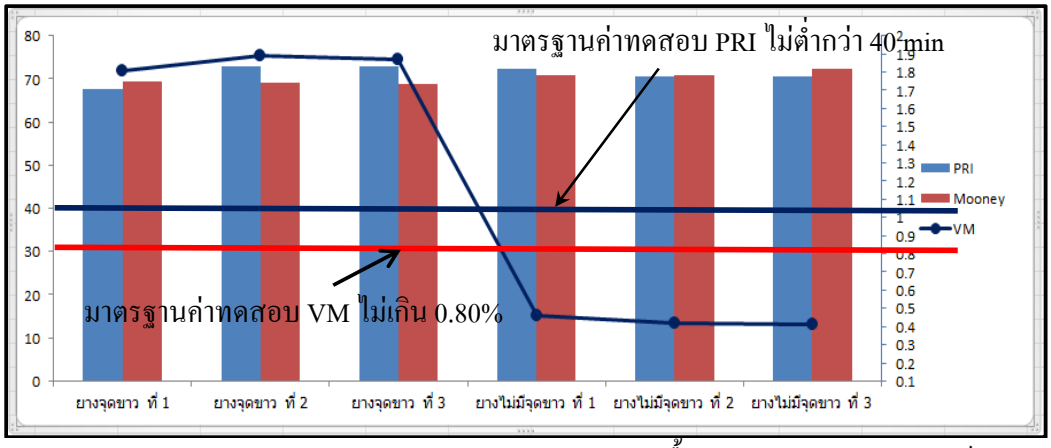
ตาราง 4-2 การเปรียบเทียบค่าความหนืดระหว่างยางที่มีจุดขาวและไม่มีจุดขาว

ตัวอย่าง	ยางมีจุดขาว	ยางไม่มีจุดขาว
1	69.3	70.8
2	69.2	70.8
3	68.8	72.2

4.1.3. การทดสอบปริมาณสิ่งระเหย หรือความชื้น (Determination of Volatile Matter Content-VM) ผลการทดสอบพบว่า ยางจุดขาวมีค่าปริมาณสิ่งระเหยสูงกว่ายางไม่มีจุดขาว (ตาราง 4-3) ซึ่งยางจุดขาว 3 ตัวอย่าง มีค่าปริมาณสิ่งระเหย 1.81 1.89 และ1.87 ตามลำดับ ยางไม่มีจุดขาวมีค่าปริมาณสิ่งระเหย 0.46 0.42 และ0.41 ตามลำดับ ผลการทดสอบเปรียบเทียบค่าปริมาณสิ่งระเหยของยางที่มีจุดขาว และไม่มีจุดขาว มีความแตกต่าง รวมทั้งยางที่มีจุดขาวมีค่าปริมาณสิ่งระเหยสูงกว่า 0.80 ตามมาตรฐานคุณสมบัติของยางแท่งเอสทีอาร์ [17]

ตาราง 4-3 การเปรียบเทียบค่าปริมาณสิ่งระเหยระหว่างยางที่มีจุดขาวและไม่มีจุดขาว

ตัวอย่าง	ยางมีจุดขาว	ยางไม่มีจุดขาว
1	1.81	0.46
2	1.89	0.42
3	1.87	0.41



ภาพประกอบ 4-1 เปรียบเทียบผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของยางแท่งเอสทีอาร์

จากภาพประกอบ 4-1 พบว่า ผลการทดสอบดัชนีความอ่อนตัว และผลการทดสอบความหนืด ของตัวอย่างยางที่มีจุดขาว และไม่มีจุดขาว ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งเปรียบเทียบกับผลการทดสอบค่าปริมาณสิ่งระเหย (ความชื้น) มีค่าทดสอบที่แตกต่าง และมีค่าสูงกว่ามาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ [17] สรุปเบื้องต้นได้ว่า ยางจุดขาวมีปริมาณความชื้นที่มากกว่ายางที่ไม่มีจุดขาว

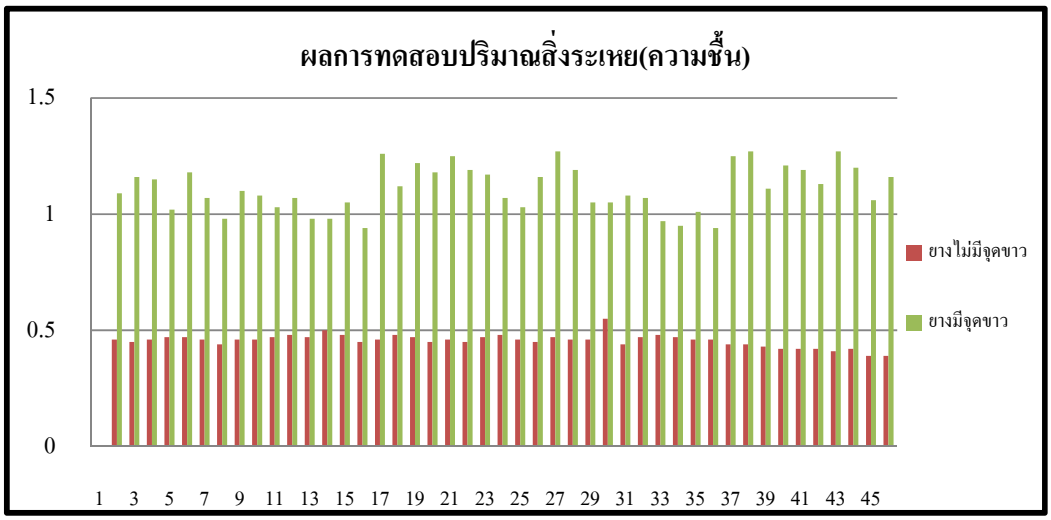
จากผลการทดสอบคุณสมบัติของยางแท่งเอสทีอาร์ สรุปผลการทดสอบค่าปริมาณสิ่งระเหยยางจุดขาว และยางไม่มีจุดขาว พบว่าปริมาณสิ่งระเหย หรือความชื้นมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับยางที่เป็นจุดขาว เพื่อให้ได้ค่าที่มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น จึงได้มีการทดสอบค่าปริมาณสิ่งระเหยเพิ่มเติม โดยการทดสอบยางที่มีจุดขาวจำนวน 45 ตัวอย่าง และไม่มีจุดขาวจำนวน 45 ตัวอย่าง ผลการทดสอบพบว่า ค่าปริมาณสิ่งระเหยยางจุดขาว และยางที่ไม่มีจุดขาวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ทั้ง 45 ตัวอย่าง อีกทั้งค่าปริมาณสิ่งระเหยยางจุดขาวมีค่าทดสอบที่ใกล้เคียงกัน ทั้ง 45 ตัวอย่าง ดังตาราง 4-4

ตาราง 4-4 ผลการทดสอบค่าปริมาณสิ่งระเหย (ความชื้น) 45 ตัวอย่าง

Sample No.	ยางไม่มีจุดขาว	ยางมีจุดขาว
1	0.46	1.09
2	0.45	1.16
3	0.46	1.15
4	0.47	1.02
5	0.47	1.18
6	0.46	1.07
7	0.44	0.98
8	0.46	1.10
9	0.46	1.08
10	0.47	1.03
11	0.48	1.07
12	0.47	0.98
13	0.50	0.98
14	0.48	1.05
15	0.45	0.94
16	0.46	1.26
17	0.48	1.12
18	0.47	1.22
19	0.45	1.18
20	0.46	1.25
21	0.45	1.19
22	0.47	1.17
23	0.48	1.07
24	0.46	1.03
25	0.45	1.16
26	0.47	1.27

Sample No.	ยางไม่มีจุดขาว	ยางมีจุดขาว
27	0.46	1.19
28	0.46	1.05
29	0.55	1.05
30	0.44	1.08
31	0.47	1.07
32	0.48	0.97
33	0.47	0.95
34	0.46	1.01
35	0.46	0.94
36	0.44	1.25
37	0.44	1.27
38	0.43	1.11
39	0.42	1.21
40	0.42	1.19
41	0.42	1.13
42	0.41	1.27
43	0.42	1.20
44	0.39	1.06
45	0.39	1.16

จากผลการศึกษาพบว่า คุณสมบัติยางแท่งเอสทีอาร์ เปรียบเทียบยางจุดขาว และยางไม่มีจุดขาว การทดสอบปริมาณสิ่งระเหยมีค่าที่แตกต่าง และมีค่าที่สูงกว่ามาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ [17] สรุปเบื้องต้นได้ว่า ยางที่มีจุดขาวมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับปริมาณสิ่งระเหย หรือความชื้นดังภาพประกอบ 4-2



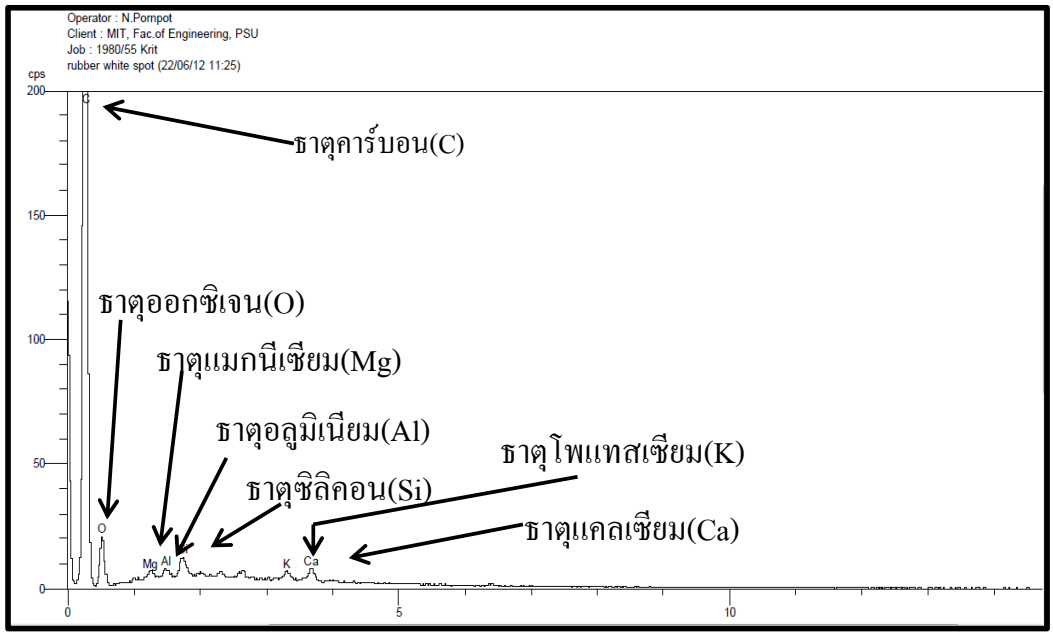
ภาพประกอบ 4-2 เปรียบเทียบผลการทดสอบปริมาณสิ่งระเหย (ความชื้น)

4.2 ผลการศึกษาวิเคราะห์โครงสร้างองค์ประกอบธาตุ และโครงสร้างพื้นผิว

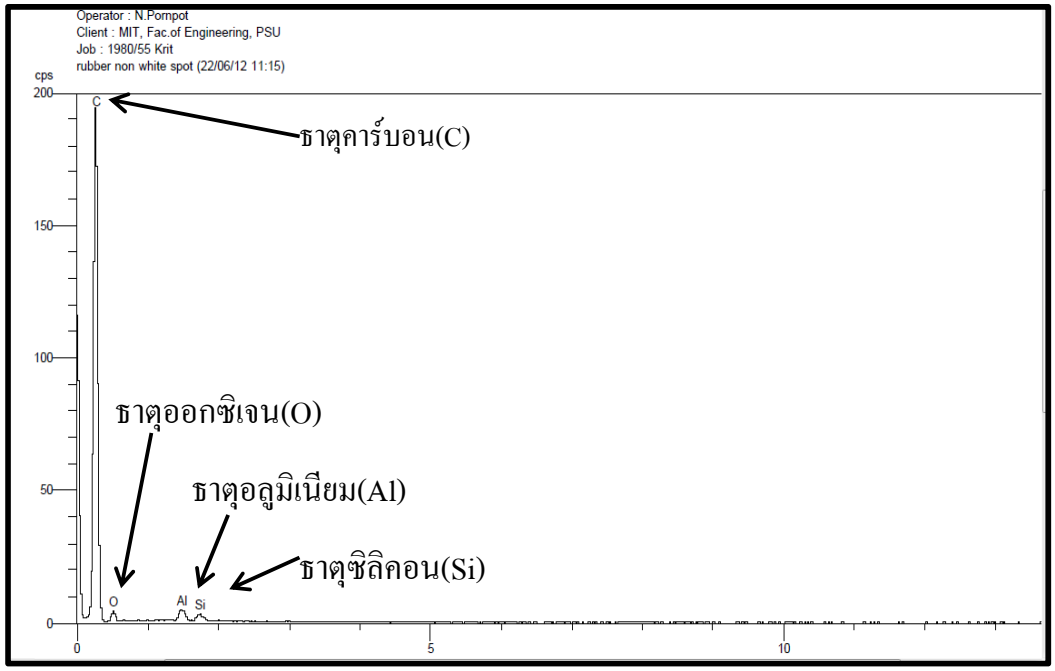
การวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุของยางจุดขาว และยางไม่มีจุดขาว ได้ผลทดสอบยางจุดขาว (Rubber with White spot) พบธาตุ C, O, Mg, Al, Si, K และCa ยางที่ไม่มีจุดขาว (Rubber without white spot) พบธาตุ C, O, Al และSi (ตาราง 4-5) จากผลการทดสอบพบว่า ยางที่มีจุดขาวมีธาตุที่มีความแตกต่างไปจากยางที่ไม่มีจุดขาว คือ ธาตุ K, Ca และMg ซึ่งธาตุทั้ง 3 มีจุดหลอมเหลวที่แตกต่างกัน คือ K (Potassium) จุดหลอมเหลว 63.4 ^{o}C, Ca (Calcium) จุดหลอมเหลว 851^{o}C และMg (Magnesium) จุดหลอมเหลว 650 ^{o}C จุดหลอมเหลวของธาตุ K และ Mg มีจุดหลอมเหลวที่สูง ไม่สามารถสะลายด้วยอุณหภูมิที่สูง

ตาราง 4-5 ตารางผลการทดสอบเปรียบเทียบโครงสร้างธาตุยางที่มีจุดขาวและยางที่ไม่มีจุดขาว

ที่	ชื่อตัวอย่าง	ธาตุที่พบ
1.	ยางที่มีจุดขาว	C, O, Mg, Al, Si, K, Ca
2.	ยางที่ไม่มีจุดขาว	C, O, Al, Si

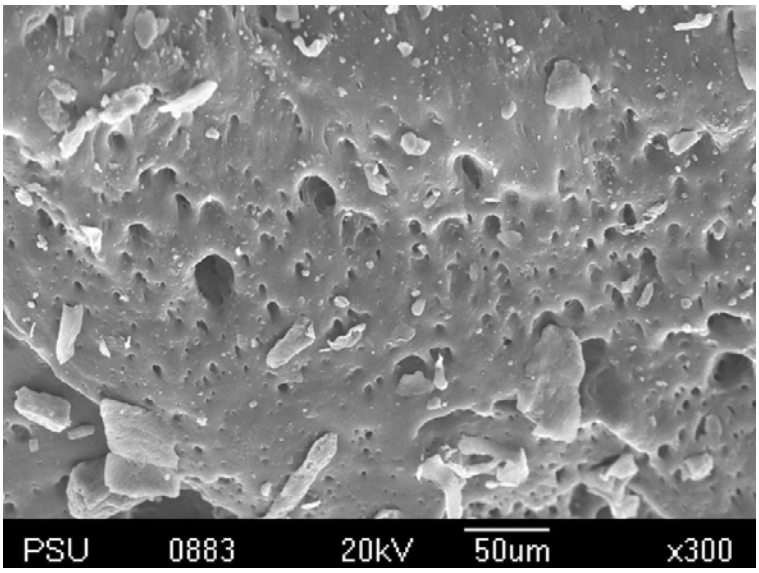


ภาพประกอบ 4-3 ผลการทดสอบโครงสร้างธาตุยางจุดขาว (Rubber with White spot)

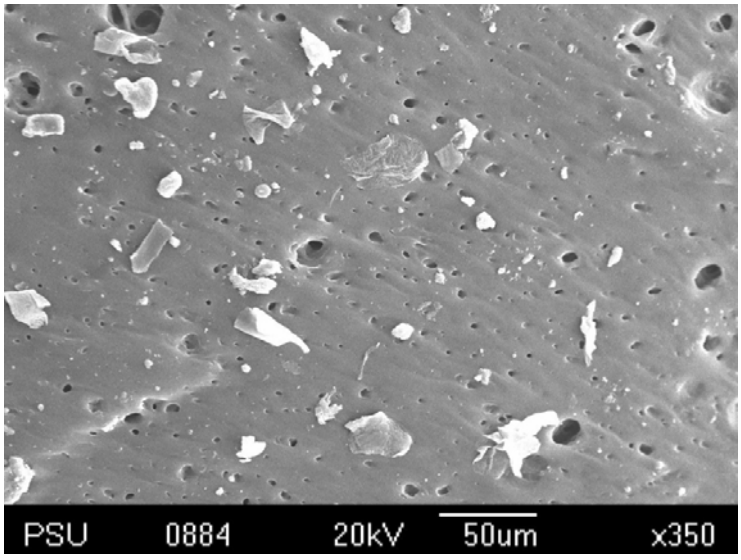


ภาพประกอบ 4-4 ผลการทดสอบโครงสร้างธาตุยางไม่มีจุดขาว (Rubber without White spot)

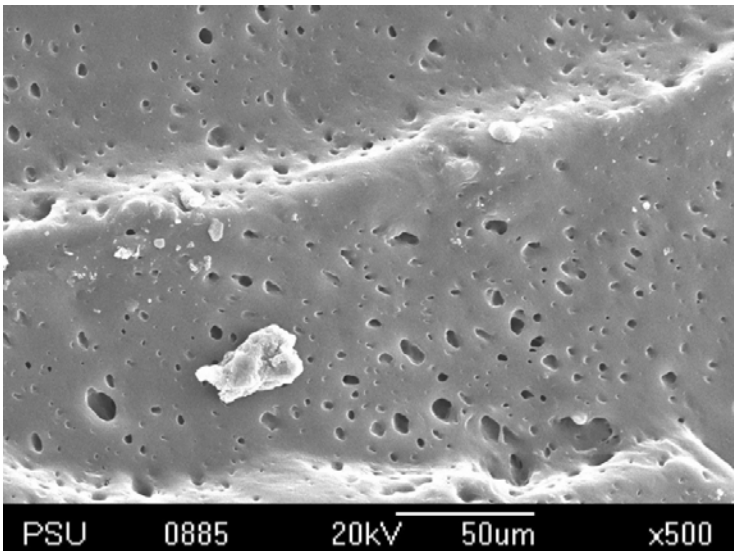
การระบุกระบวนการผลิตหลักที่มีผลกระทบทำให้เกิดจุดขาว เพื่อค้นหาฐานข้อมูลปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดจุดขาว งานวิจัยนี้ได้เลือกการทดสอบโครงสร้างพื้นผิวของยางจุดขาว และไม่มีจุดขาวด้วยเครื่องมือวิทยาศาสตร์ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด ด้วยกำลังขยาย 300 350 และ500 พบว่า ยางที่มีจุดขาว มีลักษณะพื้นผิวเป็นรูพรุน จุดขาวไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกับยางปกติ ดังตัวอย่างภาพประกอบ 4-5,4-6 และ4-7 ยางไม่มีจุดขาว มีลักษณะพื้นผิวเรียบ ไม่มีรูพรุน ดังตัวอย่างภาพประกอบ 4-8, 4-9 และ 4-10



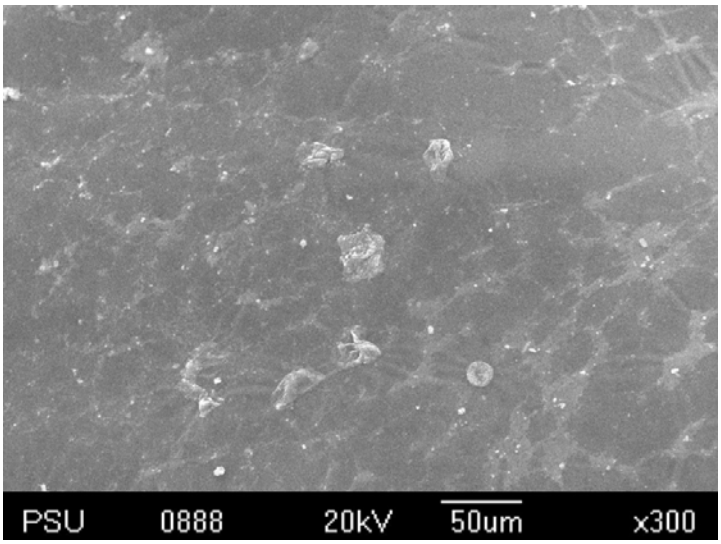
ภาพประกอบ 4-5 ภาพยางจุดขาว ขยาย X 300



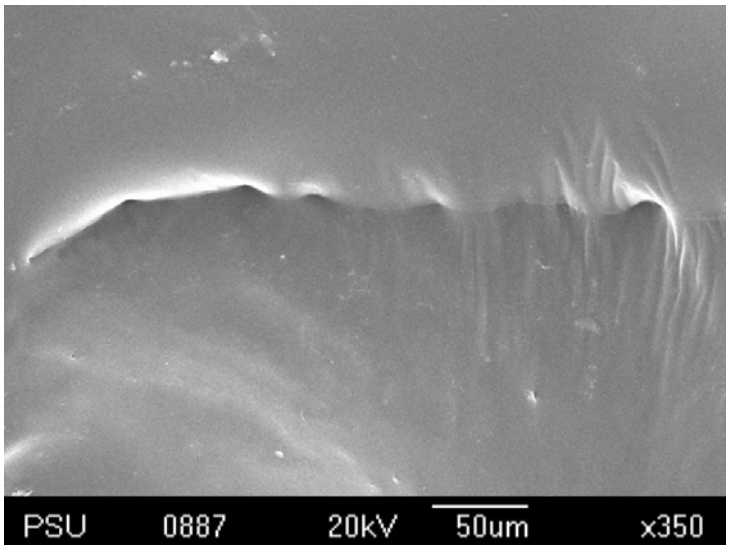
ภาพประกอบ 4-6 ภาพยางจุดขาว ขยาย X 350



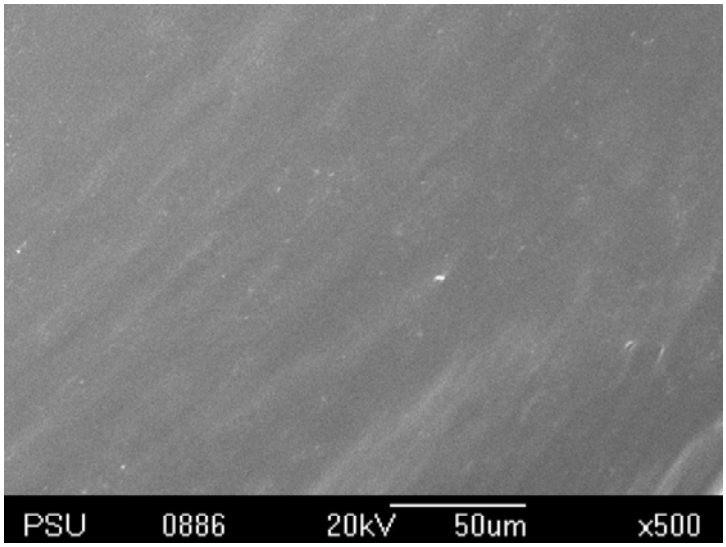
ภาพประกอบ 4-7 ภาพยางจุดขาว ขยาย X 500



ภาพประกอบ 4-8 ภาพยางไม่มีจุดขาว ขยาย X 300



ภาพประกอบ 4-9 ภาพยางไม่มีจุดขาว ขยาย X 350



ภาพประกอบ 4-10 ภาพยางไม่มีจุดขาว ขยาย X 500

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ และโครงสร้างพื้นผิวระหว่างยางที่มีจุดขาวและไม่มีจุดขาว สามารถสรุปได้ว่ากระบวนการผลิตหลักที่ส่งผลทำให้เกิดจุดขาว คือ กระบวนการอบยาง ซึ่งเป็นกระบวนการที่ทำให้ยางแห้ง จากผลการวิเคราะห์ยางจุดขาวมีองค์ประกอบธาตุที่แตกต่างจากยางที่ไม่มีจุดขาวที่เกิดจากการหลอมเหลวของธาตุ และโครงสร้างพื้นผิวที่แตกต่างของยางทั้ง 2 ประเภท เกิดจากการถ่ายเทความชื้นภายในยาง ทำให้เนื้อยางไม่แน่นเป็นเนื้อเดียวกัน มีลักษณะเป็นรูพรุน ผิวไม่เรียบ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ว่าการเกิดจุดขาวเกิดจากกระบวนการอบยางเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ และความชื้นไม่ได้เกิดจากสารเคมี หรือปัจจัยอื่น ๆภายในกระบวนการผลิต

4.3 ผลการศึกษาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล

การคัดเลือกตัวแบบที่เหมาะสม ในการวิเคราะห์ข้อมูล (Modeling) ได้ดำเนินการเปรียบเทียบตัวแบบ 2 โมเดล คือ วิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) และวิธีทฤษฎีของโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network หรือ ANN) พบว่า การวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 15 คุณลักษณะ (Attribute) ด้วยวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจให้ค่าความถูกต้องร้อยละ 96.06 ค่าความผิดพลาดร้อยละ 3.94 และวิธีการทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม ได้ค่าความถูกต้องร้อยละ 92.47 ค่าความผิดพลาดร้อยละ 7.51 ดังนั้น วิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจให้ความถูกต้องสูงกว่า มีความน่าเชื่อถือกว่าวิธีการทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจในการวิเคราะห์ค้นหาปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการผลิตที่ทำให้เกิดจุดขาว เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่มีความถูกต้องและมีความน่าเชื่อถือมากที่สุด ดังตาราง 4-6

ตาราง 4-6 ผลเปรียบเทียบตัวแบบในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการ	คุณลักษณะ (Attribute)	ค่าความถูกต้อง	ร้อยละ	ค่าความผิดพลาด	ร้อยละ
Decision Tree	15	537	96.06	22	3.94
Neural Network	15	517	92.47	42	7.51

ขั้นตอนการประเมิน หรือวัดประสิทธิภาพของตัวแบบที่นำมาวิเคราะห์ (Evaluation) หลังจากขั้นตอนคัดเลือกตัวแบบได้ตัวแบบที่เหมาะสมในการทดสอบ ดำเนินการประเมิน และวัดประสิทธิภาพของตัวแบบวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจด้วยวิธีการ Cross-validation 5 Folds และ10 Folds พบว่า ทั้ง 2 วิธี ให้ค่าความถูกต้องที่มีความใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 83.90 และร้อยละ 84.62 ตามลำดับ ดังนั้น ประสิทธิภาพของตัวแบบการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ Cross-validation 5 Folds และ 10 Folds มีผลการทดสอบที่ให้ความถูกต้องที่ใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากการนำข้อมูลทดสอบวิเคราะห์จำนวน 559 ตัวอย่าง พบว่ามีค่าความถูกต้อง 469 และ 473 ตัวอย่าง ตามลำดับ ด้วยข้อมูลจากการทดสอบวิเคราะห์ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ สรุปได้ว่า วิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมในการนำมาวิเคราะห์ค้นหาปัจจัยการผลิตที่ส่งผลให้เกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง ผลการวัดประสิทธิภาพดังตาราง 4-7

ตาราง 4-7 ผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ

วิธีการ	คุณลักษณะ (Attribute)	ค่าความถูกต้อง	ร้อยละ	ค่าความผิดพลาด	ร้อยละ
5 Folds	15	469	83.90	90	16.10
10 Folds	15	473	84.62	86	15.38

จากวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ ได้ใช้วิธีการ Cross-validation 10 Folds ในการจำแนกประเภทข้อมูล (Classify) ผลการวัดประสิทธิภาพ ดังตาราง 4-8

ตาราง 4-8 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ

TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
0.831	0.142	0.817	0.831	0.824	0.894	0
0.858	0.169	0.869	0.858	0.863	0.894	1
Weighted Avg.						
0.846	0.158	0.847	0.846	0.846	0.894	

จากผลการทดสอบตาราง 4-8 ได้ผลการทดสอบค่าที่ทายว่าเป็นยางไม่เป็นจุดขาว (Class 0) เปรียบเทียบค่าที่ทายว่ายางเป็นจุดขาว (Class 1) มีค่าทายผลที่ถูกต้อง(TP Rate) 0.831 และ0.858 ตามลำดับ จากผลการวัดประสิทธิแสดงว่า ค่าที่ทายว่ายางเป็นจุดขาวมีค่าที่ทายถูกต้องสูงกว่ายางที่ไม่เป็นจุดขาว และด้วยค่า Precision 0.869 และ0.817 ตามลำดับ วิเคราะห์ได้ว่ายางเป็นจุดขาวมีความสัมพันธ์กับปัจจัยต่าง ๆ แต่ละปัจจัยที่สูงกว่ายางที่เป็นจุดขาว ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการอบยาง และอุณหภูมิภายนอกส่งผลต่อการเกิดจุดขาวปริมาณที่สูง และจากผลวิเคราะห์เฉลี่ยค่า TP Rate 0.846 และค่า Precision 0.847 มีค่าที่ใกล้เคียง ทายผลถูกต้องเปรียบเทียบกับปัจจัยต่าง ๆที่ไม่แตกต่าง ประสิทธิภาพของตัวแบบวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจมีประสิทธิภาพที่สูง ทำให้ได้ผลของการสร้างกฎการตัดสินใจที่มีความน่าเชื่อถือ สามารถอธิบายได้ Confusion Matrix ดังตาราง 4-9, 4-10 และ4-11

ตาราง 4-9 Confusion Matrix

Class	0	1
0	201	41
1	45	272

ตาราง 4-10 TP Rate & FP Rate

Class	0	1
0	0.831	0.142
1	0.169	0.858

ตาราง 4-11 เปอร์เซ็นต์ Confusion Matrix

Class	0	1
0	36%	7%
1	8%	49%

ผลจากการเปรียบเทียบปัจจัยอุณหภูมิภายนอก กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการอบยาง ผลการวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูลได้องค์ความรู้ว่าปัจจัยภายนอกมีความสัมพันธ์กับปัจจัยการควบคุมอุณหภูมิเตาอบ เพื่อให้สามารถระบุผลกระทบของแต่ละปัจจัย สร้างกฎการตัดสินใจเป็นแนวทางเสนอแนะการควบคุมการผลิตให้เกิดจุดขาวน้อยที่สุด ผลการวัดประสิทธิภาพปัจจัยความชื้นภายนอกได้ค่าความถูกต้องมากที่สุด และจำนวนชุดข้อมูลที่พยากรณ์ทายค่าได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ดังตาราง 4-12 และตาราง 4-13

ตาราง 4-12 ผลการวัดประสิทธิภาพของตัวแบบปรียบเทียบปัจจัย

วิธีการ	คุณลักษณะ (Attribute)	ค่าความถูกต้อง	ร้อยละ	ค่าความผิดพลาด	ร้อยละ
10 Folds	15	478	85.51	81	14.49

ตาราง 4-13 Confusion Matrix Remove Attributes

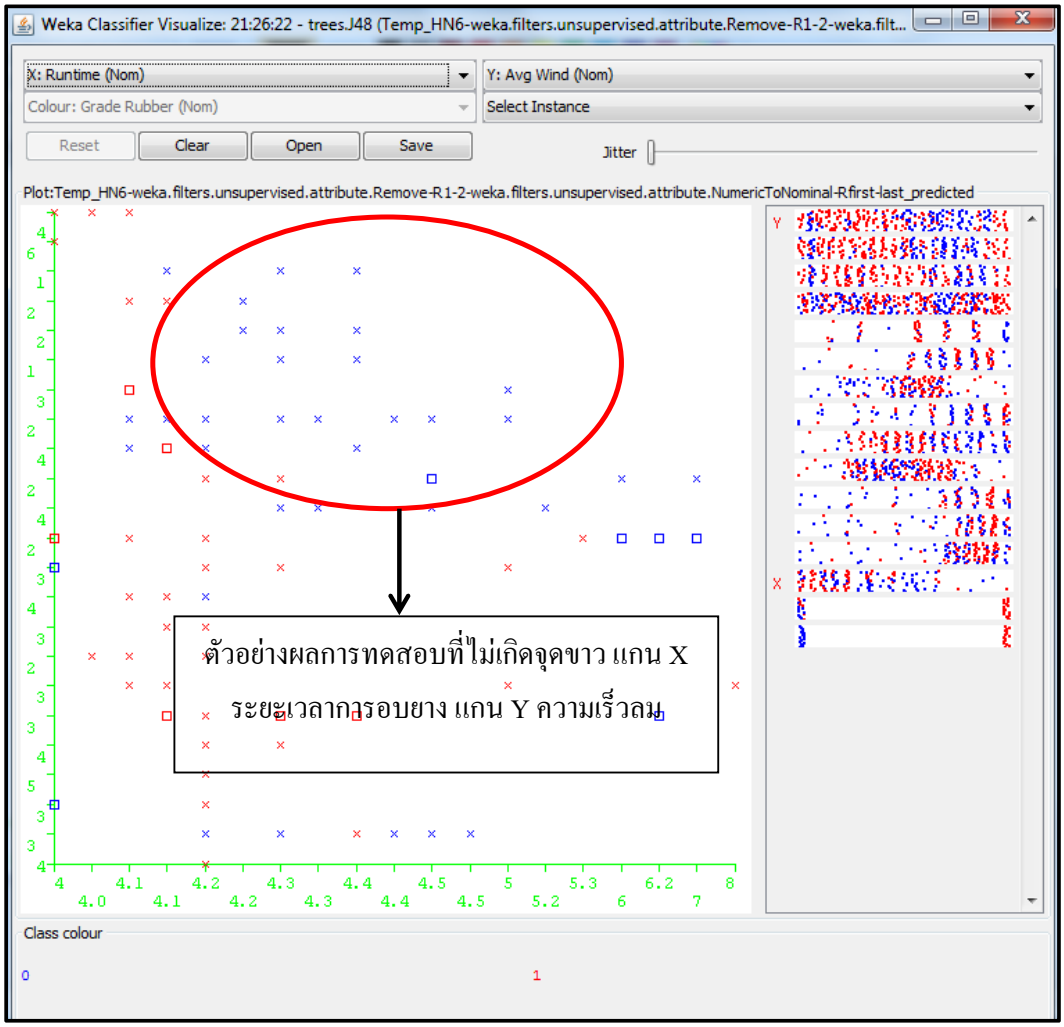
Class	0	1
0	275	39
1	42	203

4.4 ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลกระทบของปัจจัยที่มีต่อการเกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยการผลิตในกระบวนการผลิตยางแท่ง และทดสอบวัดประสิทธิภาพด้วย วิธี Cross-validation 5 และ 10 Folds ได้ผลความถูกต้องที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่า ผลการทดสอบข้อมูลด้วยวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจมีความประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือ ผลการวิเคราะห์สามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้อง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

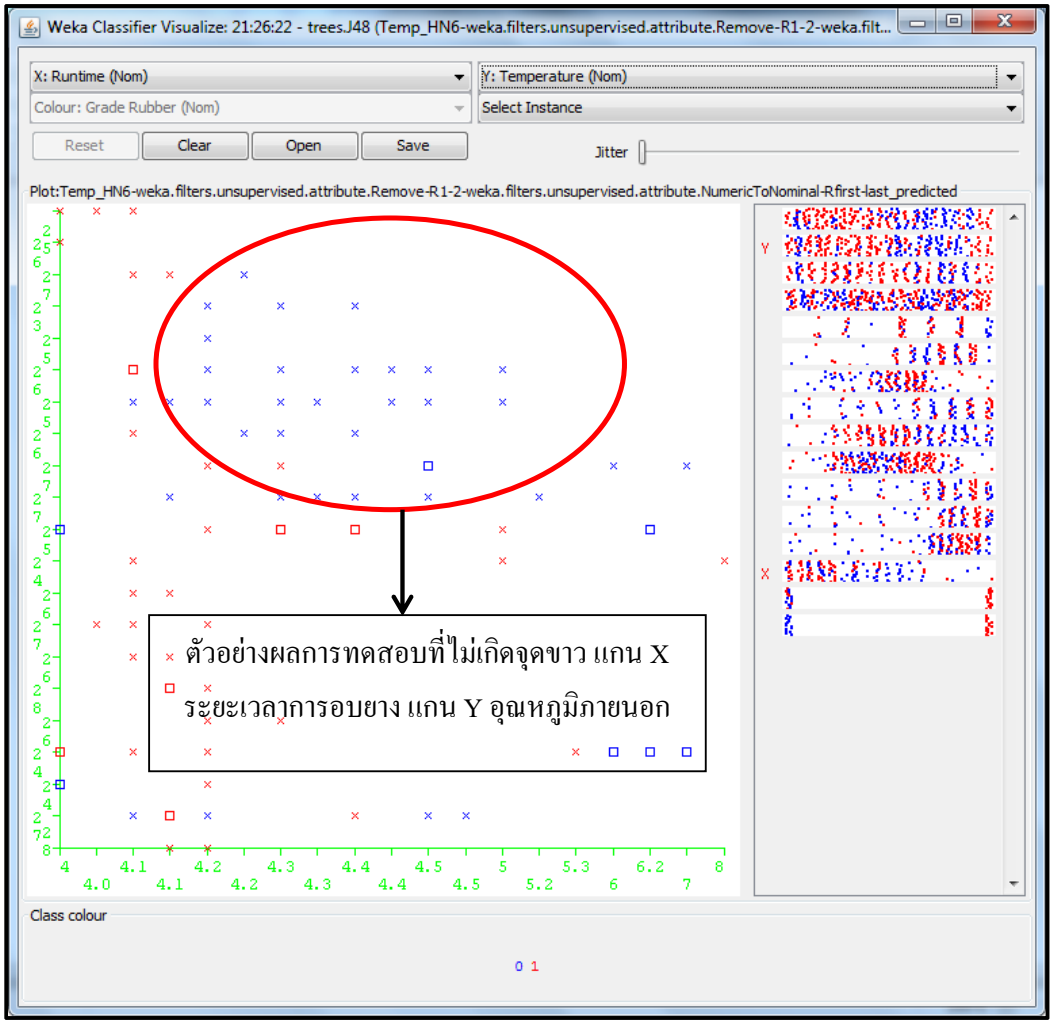
งานวิจัยครั้งนี้ ทางผู้วิจัยกำหนดระยะเวลาการอบยางเป็นแกน X โดยเปรียบเทียบแกน Y ด้วยปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ซึ่งระยะเวลาการอบยาง ส่งผลต่อเป้าหมายผลผลิตต่อเดือน คือ 4,000 ตันต่อเดือน และพิจารณาผลการวิเคราะห์ด้วยยางที่ไม่เกิดจุดขาวมากที่สุดเป็นหลัก ผลการวิเคราะห์ผลกระทบช่วยให้ควบคุมกระบวนการอบยางได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการกำหนดอุณหภูมิภายในการอบยางได้อย่างมีประสิทธิภาพ เหมาะสมกับปัจจัยภายนอก ได้ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลกระทบของปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อการเกิดจุดขาวดังต่อไปนี้

จากผลการวิเคราะห์กำหนด แกน X แทนระยะเวลาการอบยาง และแกน Y กำหนดค่าเป็นความเร็วลมภายนอก ผลที่ได้ คือ ระยะเวลาการอบยางที่มีค่าระหว่าง 4.1- 4.45 นาที มีผลของยางไม่เกิดจุดขาว โดยมีความเร็วลมภายนอก 1.7 1.9 2.6 2.7 และ3.4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ ภาพประกอบ 4-11



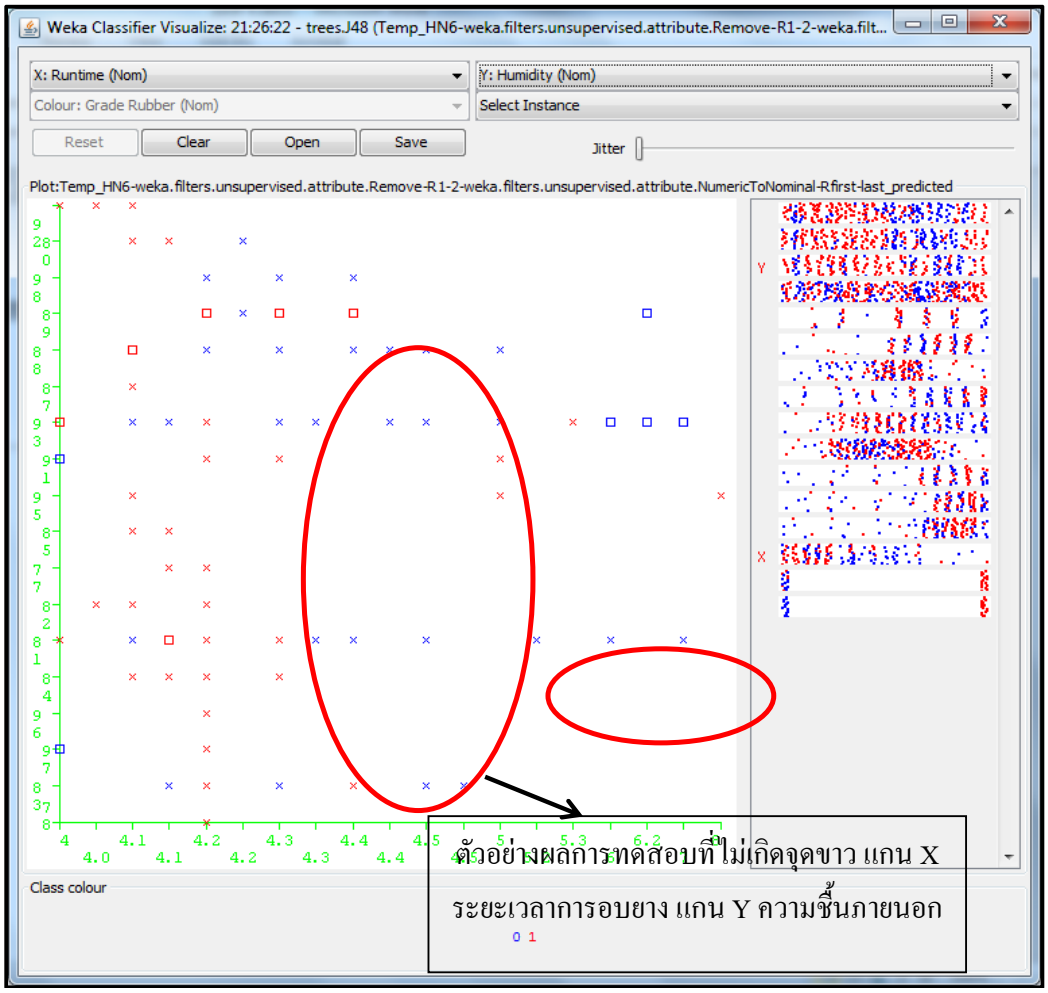
ภาพประกอบ 4-11 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ แกน X ระยะเวลาการอบยาง และแกน Y กำหนดค่าเป็นความเร็วลมภายนอก

จากผลการวิเคราะห์กำหนด แกน X ระยะเวลาการอบยาง และแกน Y กำหนดค่าเป็นอุณหภูมิภายนอก ผลที่ได้ คือ ระยะเวลาการอบยางที่มีค่าระหว่าง 4.1- 4.45 นาที มีผลของยางไม่เกิดจุดขาวโดยมีอุณหภูมิภายนอก 23.9 ˚C 25.3 ˚C 26.3 ˚C และ27.4 ˚C ตามลำดับภาพประกอบ 4-12



ภาพประกอบ 4-12 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ แกน X ระยะเวลาการอบยาง และแกน Y กำหนดค่าเป็นอุณหภูมิภายนอก

จากผลการวิเคราะห์กำหนด แกน X ระยะเวลาการอบยาง และแกน Y กำหนดค่าเป็นความชื้นภายนอก ผลที่ได้ คือ ระยะเวลาการอบยางที่มีค่าระหว่าง 4.1- 4.45 นาที มีผลของยางไม่เกิดจุดขาวโดยมีความชื้นภายนอกร้อยละ 81 88 93 และ98 ตามลำดับ ภาพประกอบ 4-13



ภาพประกอบ 4-13 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ แกน X ระยะเวลาการอบยาง และแกน Y กำหนดค่าเป็นความชื้นภายนอก

จากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยภายนอก คือ ความเร็วลม, อุณหภูมิ และความชื้น โดยเปรียบเทียบกับระยะเวลาการอบยาง ค่าที่ได้มีความใกล้เคียงกัน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน แสดงว่า ปัจจัยภายนอกมีผลต่อการเกิดจุดขาว และมีผลต่อระยะเวลาการอบยาง ซึ่งส่งผลต่อเป้าหมายผลผลิตต่อเดือน ดังนั้น ปัจจัยภายนอกส่งผลกระทบต่อการผลิตในกระบวนการอบยาง งานวิจัยนี้ได้เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ของปัจจัยภายนอก กับอุณหภูมิภายใน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานระบุผลกระทบของปัจจัย ทำให้สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการอบยาง เพื่อให้เกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตน้อยที่สุด ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในดังภาพประกอบ 4-14 และตาราง 4-15

ตัวอย่างที่ : 480	**ตัวอย่างที่ : 53**
Avg Wind: 2.7	**Avg Wind: 3.4**
Temperature: 25.3	**Temperature: 26.3**
Humidity: 93	**Humidity: 88**
DRC: 79.53	DRC: 79.46
Temp set (B1): 130	Temp set (B1): 128
Temp Actual (B1): 129	Temp Actual (B1): 128
Temp INB1: 88	Temp INB1: 87
Temp set (B2): 138	Temp set (B2): 135
Temp Actual (B2): 138	Temp Actual (B2): 132
TempINB2: 93	TempINB2: 90
Temp set (B3): 140	Temp set (B3): 136
Temp Actual (B3): 140	Temp Actual (B3): 136
Temp INB3: 135	Temp INB3: 131
Runtime: 4.5	Runtime: 4.2
Predicted Grade Rubber: 0	Predicted Grade Rubber: 0
Grade Rubber: 0	Grade Rubber: 0

ภาพประกอบ 4-14 ตัวอย่างวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยภายใน

ตัวอย่างที่ : 487	ตัวอย่างที่ : 46
Avg Wind: 4.2	**Avg Wind: 1.7**
Temperature: 27.2	**Temperature: 23.9**
Humidity: 81	**Humidity: 98**
DRC: 78.48	DRC: 77.89
Temp set (B1): 128	Temp set (B1): 128
Temp Actual (B1): 128	Temp Actual (B1): 128
TempINB1: 87	TempINB1: 89
Temp set (B2): 133	Temp set (B2): 136
Temp Actual (B2): 128	Temp Actual (B2): 130
TempINB2: 94	TempINB2: 90
Temp set (B3): 130	Temp set (B3): 136
Temp Actual (B3): 130	Temp Actual (B3): 136
Temp INB3: 130	Temp INB3: 130
Runtime: 4.4	Runtime: 4.3
Predicted Grade Rubber: 0	Predicted Grade Rubber: 0
Grade Rubber: 0	Grade Rubber: 0

ภาพประกอบ 4-15 ตัวอย่างวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยภายใน

จากภาพประกอบ 4-14 และ 4-15 ตัวอย่างที่ 480 มีความเร็วลมที่ 2.7 กิโลเมตรต่อชั่วโมง อุณหภูมิภายนอก 25.3 °C และความชื้นร้อยละ 93 อบยางให้ได้ระยะเวลาการอบยางที่ 4.5 นาทีต่อพาเลท อุณภูมิที่เกิดขึ้นจริงอยู่ระหว่าง 128-130°C และมีอุณหภูมิภายในอยู่ระหว่าง 86-89°C ซึ่งในแต่ละปัจจัยมีความสัมพันธ์กัน ในการขั้นตอนการอบยางต้องพิจารณาทุกปัจจัยเพื่อให้ได้ผลผลิตตามเป้าหมายที่ต้องการ การวิเคราะห์อุณหภูมิตั้งแต่อุณหภูมิเตาที่ 1 จะช่วยให้การตัดสินใจแก้ปัญหาในการลดปริมาณยางที่เป็นจุดขาวได้อย่างรวดเร็ว

จากผลการเปรียบเทียบดังภายประกอบ 4-14 และ 4-15 ปัจจัยภายนอกมีผลต่อการควบคุมปัจจัยเกี่ยวข้องกระบวนการอบยางแท่งเอสทีอาร์ เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น และสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย ผลจากการเปรียบเทียบปัจจัยความชื้นภายนอกได้ค่าความถูกต้องที่มากที่สุด จึงนำความชื้นภายนอกเป็นปัจจัยหลักเริ่มต้นในการสร้างกฎการตัดสินใจ อธิบายกฎการตัดสินใจดังตาราง 4-14

ตาราง 4- 14 กฎการตัดสินใจจากการวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูล

กฎการตัดสินใจที่	รายละเอียดกฎการตัดสินใจ	ผลทายเป็น 1	ผลทายเป็น 0	รวม	ค่าความถูกต้อง
1	If Humidity=80 and Runtime= 4.1- 4.25 Then Whitespot	8	4	12	67%
2	If Humidity=81 DRC=78.79-82.57 Then No White spot	26	30	56	54%
3	If H=81 DRC=77.48 Actual Temp(B2)=128-129 and In Temp(B2)>95 Then Whitespot	6	6	12	50%
4	If Humidity=81 DRC=78.46 Runtime >4.3Then No Whitespot	5	7	12	58%
5	If Humidity =81 DRC=78.48 In Temp(B1)=86.1-89 Then No Whitespot	5	7	12	58%
6	If Humidity =81 DRC=79.11 In Temp (B1) >86 Runtime >4.3Then No Whitespot	3	9	12	75%
7	If Humidity =82-98 Then Whitespot	112	25	137	82%

กฎการตัดสินใจที่	รายละเอียดกฎการตัดสินใจ	ผลทายเป็น 1	ผลทายเป็น 0	รวม	ค่าความถูกต้อง
8	If Humidity =83 DRC=78.05-79.76 and Set Temp (B2) >137 Then No Whitespot	4	35	39	90%
9	If Humidity =84 DRC=77.94-80.20 and Actual Temp (B2)=130-134 Then Whitespot	53	11	64	83%
10	If Humidity =88 Set Temp (B2)=130-138 Then No Whitespot	14	40	54	74%
11	If Humidity =89 Set Temp (B2) 131-136 Then No Whitespot	10	26	36	72%
12	If Humidity =91 DRC=78.03-79.04 Runtime 4.0-4.2 IN Temp (B1)=87-89 Then Whitespot	11	4	15	73%
13	If Humidity =93 DRC=78.43-79.53 Then Whitespot	33	32	65	51%
14	If Humidity =97 Runtime<4.2 Then Whitespot	22	2	24	92%

จากการวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูลให้คัดเลือกค่าความถูกต้องที่มากกว่า 70% สามารถอธิบายองค์ความรู้จากการวิเคราะห์ได้ 2 กรณีดังนี้

กรณีไม่เกิดจุดขาว จากตารางข้างต้น คัดเลือกกฎการตัดสินใจที่ได้ค่าความถูกต้องมากที่สุด คือกฎการตัดสินใจที่ 8 ร้อยละ 90 สามารถอธิบายได้ว่า กรณีความชื้นภายนอกร้อยละ 83 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักยางแห้ง 78.05 ถึง 79.76 อุณหภูมิตั้งค่าเริ่มต้นเตาที่ 2 มากกว่า 137°C ผลไม่เกิดจุดขาวในกระบวนการผลิต กฎการตัดสินที่ 6, 10 และ11 ค่าความถูกต้องร้อยละ 75, 74 และ72 ตามลำดับ อธิบายแยกเป็นกฎการตัดสินใจได้ว่าความชื้นภายนอกร้อยละ 81 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักยางแห้ง 79.11 อุณหภูมิภายในเตาที่ 1 มากกว่า 86°C ระยะเวลาการอบยางมากกว่า 4.3 นาที หากความชื้นภายนอกร้อยละ 88 อุณหภูมิตั้งค่าเริ่มต้นเตาที่ 2 ระหว่าง 130°C ถึง 138°C หรือความชื้นภายนอกร้อยละ 89 อุณหภูมิตั้งค่าเริ่มต้นเตาที่ 2 ระหว่าง 131°C ถึง 136°C ผลไม่เกิดจุดขาวในกระบวนการผลิต

กรณีเกิดจุดขาว จากการวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูลสามารถอธิบายองค์ความรู้ได้ว่า ความชื้นภายนอกร้อยละ 97 ระยะเวลาการอบยาง น้อยกว่า 4.2 นาที หรือที่ความชื้นภายนอกระหว่างร้อยละ 84 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักยางแห้งระหว่าง 77.94 ถึง 80.20 อุณหภูมิเกิดขึ้นจริงเตาที่ 2 ระว่าง 130°C ถึง 134°C ผลเกิดจุดขาวในกระบวนการผลิต ผลการทดสอบค่าความถูกต้องร้อยละ 92 และ83 ตามลำดับ ความรู้จากกฎการตัดสินใจสามารถอธิบายเพิ่มเติมได้ว่าความชื้นภายนอกสูงผลการผลิตเกิดจุดขาวได้ปริมาณที่สูง จากกฎการตัดสินใจที่ 7 ความชื้นภายนอกระหว่างร้อยละ 82-98 ค่าความถูกต้องร้อยละ 82 มีผลการเกิดจุดขาวที่สูง หรือกฎการตัดสินใจที่ 12 ค่าความถูกต้องร้อยละ 73 ความชื้นภายนอกร้อยละ 91 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักยางแห้งระหว่าง 78.03 ถึง 79.04 ระยะเวลาการอบยาง 4.0 ถึง 4.2 นาที และอุณหภูมิภายในเตาที่ 1 87°C ถึง 89°C ผลการผลิตเกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตที่ปริมาณสูงเช่นกัน

จากผลการวิเคราะห์ได้องค์ความรู้สามารถอธิบายได้ว่า ความชื้นภายนอกเป็นปัจจัยหลักที่ต้องนำมาวิเคราะห์ เพื่อควบคุมอุณหภูมิการอบยาง เพื่อให้เกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตน้อยที่สุด

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การค้นหาปัจจัยการผลิตที่ส่งผลต่อการผลิตให้เกิดจุดขาว ในกระบวนการผลิตยางแท่งนั้น ช่วยให้เข้าใจปัญหาที่แท้จริงที่ส่งผลต่อคุณภาพของการผลิตยางแท่ง สาเหตุสำคัญของการเกิดสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาวในกระบวนการผลิต จากประสบการณ์การทำงานส่วนหนึ่งสามารถช่วยในการแก้ไขปัญหาได้เบื้องต้น แต่หากสามารถระบุปัจจัยการผลิตที่ส่งผลต่อการผลิตเกิดจุดขาวด้วยทฤษฎี และองค์ความรู้ที่แท้จริงจะสามารถเข้าใจปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตจุดขาวได้อย่างแท้จริง สามารถบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากข้อมูลในการจัดเก็บปัจจัยที่เกี่ยวข้องการอบยางที่มีจำนวนมาก เช่น อุณหภูมิเริ่มต้นของเตา อุณหภูมิภายในเตา ระยะเวลาการอบยาง และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักยางแห้ง เป็นต้น แต่ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้อย่างครบถ้วนถูกต้อง การใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลจะช่วยให้การวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยการผลิตที่มีจำนวนมากได้อย่างรวดเร็ว และถูกต้องมากยิ่งขึ้น การวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว ช่วยลดปริมาณสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยการนำผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลกำหนดขั้นตอนกระบวนการผลิตอย่างเหมาะสม และเป็นระบบ การผลิตที่มีคุณภาพไม่มีสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาวช่วยลดต้นทุนการจัดเก็บ และลดต้นทุนด้านแรงงานในการบริหารจัดการสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาว อีกทั้งทำให้ส่งออกผลิตได้ทันความต้องการของลูกค้าเพิ่มความได้เปรียบในการแข่งขันในอุตสาหกรรมส่งออกยางพารา

การค้นหาปัจจัยการผลิตที่ส่งผลทำให้การผลิตเกิดจุดขาว ได้ใช้วิธีการทดสอบทางกายภาพของตัวอย่างยางจุดขาวเพิ่มเติม เป็นองค์ประกอบในการยืนยันผลการนำปัจจัยการผลิตในกระบวนการผลิตยางแท่งวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล โดยใช้ตัวอย่างยางจุดขาว จากบริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด(มหาชน) สาขาห้วยนาง ในขั้นตอนการทดสอบคุณสมบัติมาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์ของตัวอย่างยางจุดขาวทั้งหมด 45 ตัวอย่าง ขนาดตัวอย่างยาง 5.5*7 นิ้ว มีขั้นตอนหลัก อยู่ 3 ขั้นตอน ได้แก่ การตัดตัวอย่างยาง การเตรียมตัวอย่าง และการทดสอบตัวอย่าง

เป็นการทดสอบตัวอย่างด้วยมาตรฐานของยางแท่งเอสทีอาร์ 3 ประเภท คือ การทดสอบดัชนีความอ่อนตัว การทดสอบความหนืด และการทดสอบปริมาณสิ่งระเหย เพื่อต้องการค้นหากระบวนการผลิตที่ส่งผลทำให้เกิดจุดขาว การศึกษาวิจัยได้เพิ่มเติมการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุและโครงสร้างพื้นผิวเปรียบเทียบระหว่างยางที่มีจุดขาว และยางไม่มีจุดขาว ด้วยเครื่อง SEM5800 สรุปผลการทดสอบได้ว่ากระบวนการอบยาง เป็นกระบวนการผลิตหลักที่ส่งผลกระทบโดยตรงที่ทำให้การผลิตเกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอบยาง ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิเริ่มต้น อุณหภูมิเกิดขึ้นจริง อุณหภูมิภายในเตา ระยะเวลาการอบยาง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักยางแห้ง (DRC) อุณหภูมิภายนอกความชื้นภายนอก ความเร็วลมเฉลี่ย และเกรดยาง

งานวิจัยนี้ เลือกใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลด้วยวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) เนื่องจากงานวิจัยนี้ต้องการค้นหาความสัมพันธ์แต่ละปัจจัยการผลิตที่ส่งผลให้เกิดจุดขาว และวิเคราะห์ผลกระทบของแต่ละปัจจัย ซึ่งวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ เป็นวิธีที่นิยมกันมากด้วยการสร้างกิ่งแสดงผลในการทดสอบวิเคราะห์ ทำให้ง่ายในการวิเคราะห์ผลกระทบของแต่ละปัจจัย อีกทั้งสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยในแต่ละกิ่งก้านที่แตกกิ่งก้านคล้ายกิ่งก้านของต้นไม้ วิเคราะห์ด้วยกระบวนการ CRISP-DM ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ Business Understanding, Data Understanding, Data Preparation, Modeling, Evaluation และDeployment

ขั้นตอน Business Understanding ได้ทำความเข้าใจปัญหา ระบุปัญหา หรือวางแผน เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ (Output) ตามปัญหาที่ได้ระบุในวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ซึ่งผลการวิเคราะห์ปัญหาในงานวิจัย คือ การค้นหาปัจจัยการผลิตที่ส่งผลให้การผลิตเกิดจุดขาว และวิเคราะห์ผลกระทบของแต่ละปัจจัย สร้างกฎการตัดสินใจ นำกฎการตัดสินใจวางแผน และกำหนดวิธีการอบยางให้เกิดจุดขาวน้อยที่สุด

ขั้นตอน Data Understanding ได้นำผลของการวิเคราะห์ทางกายภาพ และการทดสอบโครงสร้างทางเคมีของยาง ด้วยเครื่อง SEM5800 วิเคราะห์ค้นหาข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการอบยาง เพื่อรวบรวมข้อมูลที่มีความเหมาะสม และมีรายละเอียดเพียงพอต่อการนำวิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิเคราะห์พบว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องการอบยางทั้งหมด 12 คุณลักษณะ และนำคุณลักษณะที่ไม่จำเป็นในการวิเคราะห์เหมืองข้อมูลออก คงเหลือคุณลักษณะคือ อุณหภูมิตั้งค่าเริ่มต้นของเตาที่ 1 ถึงเตาที่ 3 อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เกิดขึ้นจริงของเตาที่ 1 ถึง เตาที่ 3 อุณหภูมิภายในเตาที่ 1 ถึง เตาที่ 3 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์น้ำหนักยางแห้ง ข้อมูลเกรดจุดขาว ข้อมูลระยะเวลาการอบยาง และปัจจัยอุณหภูมิภายนอก 3 คุณลักษณะ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศภายนอก ความชื้นภายนอก และความเร็วลมเฉลี่ย

ขั้นตอน Data Preparation ได้กำหนดข้อมูลเกรดยางเป็นปัจจัยนำเข้า และผลลัพธ์ของของการวิเคราะห์ (Output) เพื่อให้ตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยขั้นตอน Data Preparation ได้ผลของการเตรียมชุดข้อมูลทั้งหมด 559 ตัวอย่าง การจัดเตรียมข้อมูลด้วยวิธีการ 3 วิธีการหลัก ๆ ได้แก่ การนำข้อมูลที่ไม่จำเป็นออก (Remove attribute) การเปลี่ยนประเภทข้อมูล จากประเภทข้อมูลแบบ Numeric ไปเป็น Nominal และการแทนค่าข้อมูลที่หายไป (Replace Missing Values) เพื่อให้ชุดข้อมูลมีความครบถ้วนและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ขั้นตอน Modeling ได้นำข้อมูลจากขั้นตอน Data Preparation เปรียบเทียบคัดเลือกตัวแบบ 2 ตัวแบบ คือวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ และวิธีทฤษฎีของโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network หรือ ANN) เปรียบเทียบคัดเลือกด้วยค่าความถูกต้องที่มากที่สุดพบว่าการทดสอบวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ ได้ค่าความถูกต้องมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 96.46 เป็นจำนวน 537 ตัวอย่าง และค่าผิดพลาดเท่ากับร้อยละ 3.94 เป็นจำนวน 22 ตัวอย่าง

ขั้นตอน Evaluation จากการคัดเลือกตัวแบบได้ตัวแบบวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจโดนกำหนดค่าพารามิเตอร์ วัดประสิทธิภาพของของตัวแบบด้วยวิธี Cross-validation 5 กลุ่ม (Folds) และ 10 กลุ่ม (Folds) ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความถูกต้องร้อยละ 83.90 และร้อยละ 84.62 ตามลำดับ จากผลการวัดประสิทธิภาพได้ค่าความถูกต้องที่ใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ผลการประเมินประสิทธิภาพของทั้ง 2 วิธี ได้ผลการทดสอบพยากรณ์ของข้อมูลที่ตรงกับข้อมูลจริงที่ไม่แตกต่าง และประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ในขั้นตอนนี้ได้เปรียบเทียบปัจจัยอุณหภูมิภายนอกกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องการอบยางด้วยวิธีการ Cross-validation 10 กลุ่ม และเปรียบเทียบคัดเลือกค่าความถูกต้องที่มากที่สุด

จากผลของการวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูลด้วยวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ โดยวิธีการ Cross-validation 10 กลุ่ม ได้ค่าความถูกต้องมากที่สุด 473 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 84.62 ค่าความผิดพลาด 86 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 15.38 ผลการวิเคราะห์ได้จำนวนตัวอย่างที่พยากรณ์ไม่เป็นยางจุดขาว ตรงกับข้อมูลจริงจากการรวบรวมในขั้นตอน Data Understanding ทั้งหมด 201 ตัวอย่าง และจำนวนตัวอย่างที่พยากรณ์เป็นยางจุดขาวตรงกับข้อมูลจริงทั้งหมด 272 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 36 และร้อยละ49 ตามลำดับ มีค่าเปรียบเทียบค่าความผิดพลาดกับข้อมูลจริงที่ร้อยละ 8 และร้อยละ 7 ตามลำดับ ผลการเปรียบเทียบปัจจัยภายนอกแต่ละปัจจัย เพื่อนำมาวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัย และสร้างกฎการตัดสินใจ ผลการวิเคราะห์ให้ค่าความถูกต้อง 478 ชุดข้อมูล คิดเป็นร้อยละ 85.51 ซึ่งได้ชุดข้อมูลพยากรณ์ที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น จากผลการวิเคราะห์สรุปได้ว่า ปัจจัยความชื้นภายนอก เป็นปัจจัยหลักเริ่มต้นที่ต้องนำมาวิเคราะห์ตัดสินใจควบคุมกระบวนการอบยางด้วยกฎการตัดสินใจ จากการค้นพบองค์ความรู้ด้วยการวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูลวิเคราะห์สร้าง

กฎการตัดสินใจได้ทั้งหมด 14 กฎการตัดสินใจ วิเคราะห์คัดเลือกกฎการตัดสินใจที่ได้ค่าความถูกต้องมากกว่า 70% ลำดับความสำคัญของกฎด้วยค่าความถูกต้องจากมากที่สุดไปยังค่าความถูกต้องน้อยที่สุด เสนอแนะกฎการตัดสินใจ 2 กรณีคือ กรณีไม่เกิดจุดขาวได้กฎการตัดสินใจที่ 8, 6, 10 และ11 กรณีที่ 2 กรณีเกิดจุดขาวกฎการตัดสินใจที่ 14, 9, 7 และ12 เพื่อเสนอวิธีการหลีกเลี่ยงปัจจัยที่จะทำให้เกิดจุดขาวในกระบวนการผลิต จากการเปรียบเทียบได้เปรียบเทียบปัจจัยที่เกี่ยวข้องการอบยางเฉพาะเตาที่ 1 และ2 เพื่อให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการอบยาง และลดปริมาณสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาวให้น้อยที่สุด

5.2 ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัย

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ 2 ด้านหลัก ๆ ได้แก่ ด้านการบริหารจัดการ และด้านการปรับปรุงคุณภาพสินค้า ดังรายละเอียดดังนี้

5.2.1. ด้านการบริหารจัดการ

จากการวิจัยทำให้สามารถค้นหาปัจจัยการผลิตยางแท่งที่ผลทำให้เกิดจุดขาว ซึ่งจากงานวิจัยพบว่า ความเร็วลม อุณหภูมิภายนอก และความชื้นมีความสัมพันธ์ส่งผลกระทบต่อระยะเวลาการอบรม ด้วยปัจจัยภายนอก นำมากำหนดระยะเวลาการอบยาง จะทำให้ได้ผลผลิตตามเป้าหมายที่ต้องการ แต่ปัจจัยความชื้นภายนอกเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ แต่ปัจจัยที่เกี่ยวข้องการอบยางเตาที่ 1 และ2คือ อุณหภูมิตั้งค่าเริ่มต้น อุณหภูมิเกิดขึ้นจริง อุณหภูมิภายใน และระยะเวลาการอบยาง วิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูลสร้างกฎการตัดสินใจช่วยในการวิเคราะห์แก้ไขปัญหาการควบคุมกระบวนการอบยางให้เกิดจุดขาวน้อยที่สุด จากการวางแผนการผลิต และการทำงานในปัจจุบัน คำนึงถึงเฉพาะปริมาณความต้องการของลูกค้าเท่านั้น ไม่ได้นำปัจจัยเหล่านั้นมาวิเคราะห์เพื่อช่วยในการปรับปรุงกระบวนการทำงาน หรือนำมาช่วยตัดสินใจในการบริหารจัดการ แต่ผลการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ได้อธิบายถึงผลกระทบของแต่ละปัจจัย สามารถนำผลการวิเคราะห์ไปบูรณาการในการบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การผลิตที่มีคุณภาพ และได้ปริมาณการผลิตมากที่สุด ช่วยลดต้นทุนในการผลิต จากปัจจุบันการผลิตที่ปริมาณสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาวที่สูงขึ้น ทำให้ต้องบริหารจัดการยางจุดขาวเพิ่มมากขึ้น ด้วยการเพิ่มอัตรากำลัง เพื่อนำแรงงานเข้าไปแยกยางจุดขาว และเพื่อลดความเสี่ยงในการส่งออกยางที่ไม่มีคุณภาพไปถึงมือลูกค้า อีกทั้งเป็นการเพิ่มต้นทุนการจัดเก็บสินค้า ด้วยกำลังการผลิตที่วางแผนไว้ตามเป้าหมาย แต่ไม่สามารถส่งออกได้ทันตามกำหนดเวลา การผลิตที่มี

ปริมาณสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาวที่มีปริมาณมาก ทำให้พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าไม่เพียงพอต่อความต้องการ การลดปริมาณสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาว ช่วยลดต้นทุนการจัดเก็บสินค้า ได้ด้วยการบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งการระบุปัจจัยการผลิตที่ส่งผลต่อการผลิตเกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง ช่วยให้การบริหารจัดการภายในได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.2.2. ด้านการปรับปรุงคุณภาพสินค้า

จากผลการวิจัย ได้อธิบายบูรณาการกับคำขวัญด้านคุณภาพของกลุ่มบริษัทศรีตรัง คือ “ความต้องการของลูกค้า พัฒนาพนักงาน สู่ระบบมาตรฐาน ผลงานคุณภาพ” ด้วยการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมยางพาราที่เพิ่มขึ้น การผลิตที่มีคุณภาพ และลดปริมาณความเสี่ยงในการส่งออกสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพ จากผลการวิจัยทำให้ได้ประโยชน์ด้านการปรับปรุงคุณภาพสินค้าดังต่อไปนี้

ความต้องการของลูกค้า ด้วยความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มสูงขึ้นในธุรกิจยางรถยนต์ และธุรกิจยางธรรรมชาติ ทำให้กลุ่มบริษัทศรีตรังได้กำหนดเป้าหมายการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นเพื่อรองรับการเจริญเติบโตของตลาดยาง การผลิตที่มีสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาว(White Spot) ส่งผลต่อปริมาณการผลิต ด้วยไม่สามารถส่งออกยางประเภทจุดขาวได้ทันที ต้องบริหารจัดการยางประเภทดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดต้นทุนด้านแรงงาน และการเก็บรักษาสินค้า การระบุปัจจัยที่แท้จริงด้วยหลักการทางวิชาการ ช่วยให้ประโยชน์ในการวางแผนการผลิตให้ได้คุณภาพมากยิ่งขึ้น และสามารถส่งออกทันต่อความต้องการของลูกค้า อีกทั้งสามารถผลิตสินค้าได้ด้วยปัจจัยพื้นฐานที่มีอยู่อย่างจำกัด โดยไม่ต้องเพิ่มต้นทุนด้าน ๆ อื่น นำเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีอยู่ในปัจจุบัน และใช้การอย่างแพร่หลาย มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ในการพัฒนาคุณภาพสินค้า และเพิ่มผลผลิตได้ตามต้องการ ทั้งภายในกลุ่มบริษัทศรีตรัง และกลุ่มบริษัทอื่น ที่ผลิตยางแท่ง

พัฒนาพนักงาน ด้วยองค์ความรู้ที่เป็นหลักวิชาการ สามารถนำมาพัฒนาพนักงานให้มีความรู้เพิ่มมากขึ้น ด้วยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศ เทคนิคเหมืองข้อมูลมาช่วยวิเคราะห์เบื้องต้น ในการควบคุมการผลิตให้มีคุณภาพ ในกระบวนการผลิตมีการใช้ทั้งแรงงานคน และเครื่องจักร การพัฒนา และส่งเสริมความรู้ของพนักงาน องค์ความรู้ใหม่จึงมีความจำเป็นต่อการพัฒนาสินค้า และเพิ่มผลผลิตได้ทันต่อความต้องการ

สู่ระบบมาตรฐาน การผลิตในภาคอุตสาหกรรม ระบบคุณภาพ ISO 9001 เป็นระบบมาตรฐานที่ได้ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ในระบบการจัดทำขั้นตอนการปฏิบัติงาน จึงเป็นขั้นตอนสำคัญในการจัดมาตรฐานการทำงาน ด้วยการจัดทำขั้นตอนการทำงาน หรือวิธีปฏิบัติที่มีองค์ความรู้ทางวิชาการ ที่ได้รับการวิจัย และพิสูจน์ตามหลักวิชาการ ทำให้ขั้นตอนการทำงานมี

ความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ด้วยการนำประโยชน์จากระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ มาพัฒนาระบบขั้นตอนการทำงานในการผลิตยางแท่ง ให้สินค้ามีคุณภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่หน่วยงานที่รับผิดชอบในการผลิตต้องศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตทำให้เกิดจุดขาว และศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติงาน ในกระบวนการผลิต เพื่อใช้ในการบริหารจัดการ และควบคุมการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลงานคุณภาพ จากที่กล่าวมาข้างต้น นำไปสู่การผลิตสินค้าที่มีคุณภาพ ในภาคอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตยางธรรมชาติ คุณภาพ และปริมาณสินค้าที่สนองตอบทันต่อความต้องการมีผลต่อผลการดำเนินการของบริษัท หากหน่วยงานที่รับผิดชอบเข้าใจปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตเกิดจุดขาวอย่างแท้จริง มีข้อมูลที่สามารถวิเคราะห์ได้ อีกทั้งมีเครื่องมือที่ช่วยการวางแผนการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถเพิ่มศักยภาพ และขีดความสามารถในการแข่งขันของกลุ่มบริษัทศรีตรังในภาคอุตสาหกรรมผลิตยางพารา อีกทั้งช่วยส่งเสริมให้การผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตยางธรรมชาติ แข็งแกร่งมากยิ่งขึ้น

5.3 อุปสรรคและปัญหาในการดำเนินการวิจัย

5.3.1. ผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานของยางที่มีจุดขาว และไม่มีจุดขาว ได้ทดสอบด้วยตัวอย่างละ 3 ตัวอย่าง ซึ่งผลการทดสอบได้ผลทดสอบว่า คุณสมบัติที่มีความแตกต่างเฉพาะของยางจุดขาว และไม่มีจุดขาว คือ ค่าปริมาณสิ่งระเหยมีความแตกต่างเล็กน้อย เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณสมบัติของยางแท่งเอสทีอาร์ ตามพระราชบัญญัติควบคุมยาง พ.ศ. 2542 ได้ผลการทดสอบที่ไม่ชัดเจน ต้องทดสอบตัวอย่างเพิ่มเติมอีก 45 ตัวอย่าง แต่ด้วยคุณสมบัติของยาง และปัจจัยต่างๆ ภายในกระบวนการผลิตยางแท่งจำนวนมาก ยังไม่สามารถระบุปัจจัย หรือข้อมูลที่สามารถทดสอบด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลได้แท้จริง ด้วยจุดขาวอาจเกิดจากปัจจัยทางด้านสารเคมี จึงทดสอบโครงสร้างภายในยางเพิ่มเติมด้วยเครื่อง SEM5800 ทั้งโครงสร้างทางเคมี ทดสอบค้นหาธาตุภายในยาง เปรียบเทียบยางจุดขาว และไม่มีจุดขาว ทำให้ต้องใช้เวลานานในการวิจัยช่วงนี้ เพื่อค้นหาปัจจัยที่เหมาะสมที่แท้จริงในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล

5.3.2. ตัวอย่างยางจุดขาว และไม่เป็นจุดขาวหลังจากเตรียมตัวอย่างตามขนาดที่กำหนด ต้องมีการควบคุมอุหภูมิ เนื่องจากยางจุดขาวสามารถลดปริมาณลงได้ด้วยการจัดเก็บที่อุณหภูมิปกติ ซึ่งยางที่เป็นจุดขาวโดยปกติจะมีการจัดเก็บไว้ ไม่สามารถส่งออกได้ทันที แต่ไม่สามารถสนองตอบความต้องการของลูกค้าได้ตามกำหนดการที่วางแผนไว้ อีกทั้งมีผลกระทบต่อคุณสมบัติพื้นฐานของยาง เช่น ความหนืด หรือความหยืดหยุ่น เป็นต้น ทำให้ไม่ได้ตามคุณภาพตามที่ต้องการ การผลิตยางแท่งที่ไม่มีสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาว ช่วยควบคุมคุณสมบัติอื่น ๆ ให้ได้ตามต้องการ

5.3.3. การจัดเก็บฐานข้อมูลอุณหภูมิภายในเตา, ระยะเวลาการอบยาง หรือเปอร์เซ็นต์น้ำหนักยางแห้งของยาง มีการจัดเก็บข้อมูลไว้แต่ไม่ครบถ้วน ทำให้การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลทำให้ไม่ครบถ้วน ซึ่งก่อให้เกิดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ข้อมูลมากยิ่งขึ้น

5.3.4. ข้อมูลการตัดเกรดยางจุดขาว มีข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน ทำให้สูญเสียข้อมูลในการวิเคราะห์ ต้องมีการปรับปรุงข้อมูลด้วยโปรแกรม Weka 3.6.7 เพื่อให้สามาถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างถูกต้องมากยิ่งขึ้น

5.3.5. การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล ด้วยโปรแกรม Weka 3.6.7 เพื่อให้ได้วิธีที่เหมาะสมที่สุด ต้องเปรียบเทียบหลาย ๆวิธี เพื่อให้ได้ค่าความถูกต้องที่สูงที่สุด จนได้ข้อมูลที่ถูกต้องเพื่อนำไปสร้างกฎการตัดสินใจ

5.4 ข้อเสนอแนะในการดำเนินการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ ได้ข้อเสนอแนะแนวทางค้นหาปัจจัยการผลิตที่ส่งผลให้เกิดจุดขาว และวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล โดยวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) ไว้ดังนี้

5.4.1. ข้อมูลการตัดเกรดยาง สามารถใช้ข้อมูลการตัดเกรดยางด้วยการแยกคุณสมบัติของสียาง (Pixel) เพื่อวัดปริมาณยางจุดขาวได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้น แทนที่การตัดเกรดยางด้วยสายตา ซึ่งจะช่วยให้ได้ข้อมูลเกรดยางที่มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น อีกทั้งลดความผิดพลาดจากพนักงานที่ทำหน้าที่คัดแยกเกรดยางได้อีกด้วย

5.4.2. ข้อมูลในการวิเคราะห์สามารถนำไปพัฒนาโปรแกรมที่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลสนองตอบได้ทันที (Real Time) เพื่อช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตยางแท่งสามารถวิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาที่เกิดจากกระบวนการผลิตได้ทันที

5.4.3. การจัดเก็บข้อมูล เพื่อการวิเคราะห์ด้วยวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ ใช้ข้อมูลอย่างน้อย 5,000 ตัวอย่าง ช่วยให้ผลการทดสอบด้วยโปรแกรมมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

5.4.4. โปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูลในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Weka 3.6.7 เป็นโปรแกรม Open Source มีข้อจำกัดในการใช้งานโปรแกรม แต่ด้วยโปรแกรม Weka นิยมใช้ในการวิเคราะห์เหมืองข้อมูล และมีหลักสูตรอบรมที่สามารถเพิ่มเติมความรู้ได้ในปัจจุบัน แต่ปัจจุบันมีโปรแกรมฟรีแวร์ (Freeware) เพิ่มขึ้น เช่น โปรแกรม Rapid Miner หรือโปรแกรม KNIME(Konstanz Information Miner) ช่วยในการวิเคราะห์ได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.4.5. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล ในงานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์ของข้อมูลที่ได้จากเก็บข้อมูลในช่วงปี 2011 และนำมาเปรียบเทียบความสัมพันธ์กับปัจจัยภายนอก นำมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Weka 3.6.5 การวิเคราะห์ข้อมูลที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ต้องนำข้อมูลที่วิเคราะห์ไปทดสอบกับการผลิตจริง

เอกสารอ้างอิง

[1] ข้อมูลวิชาการยางพารา. http://www.rubberthai.com
[Available online September, 2010]

[2] วารสารการพยากรณ์ผลผลิตการเกษตร ปีเพาะปลูก 2555/56. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
[Available online September, 2012]

[3] ณัฐวุฒิ สุทธิพงษ์ และวรากร ศรีสุระพล. 2554. สถานการณ์อุตสาหกรรมยางในปัจจุบัน http://161.200.89.229/academics/course/2104328/assignments/01 industries/21.pdf.

[4] Exim Thailand ฝ่ายวิจัยธุรกิจ. 2553. สถานการณ์และแนวโน้ม: ยางพารา Industry Focus. สืบค้นจาก : http://www.exim.go.th.

[5] สุเทียน สะนัย. 2550. การวิเคราะห์พารามิเตอร์อบแห้งสำหรับยางธรรมชาติ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[6] ธิรา แดงกนิษฐ์, สุวิทย์ สันเมือง และอมรศักดิ์ จู้ทิ่น. 2548. กรรมวิธีผลิตยางก้อน. ศูนย์วิจัยยางจังหวัดสุราษฎร์ธานี.

[7] Consin, B., Benet, J.C. and Auria, R., 1993. Experimental study of the drying of a thick layer of natural crumb rubber, Drying Technology, 11(6): 1401-1413.

[8] Zhu Bing, Zhou Xuyan, Leng Ming, Xiao Ying Jinggangshan University, Ji'an Jiangxi China., 2009. An Intelligent Control System of Raw Rubber Drying based on Interpolotion.2009 IEEE International Conference on Control and Automation Christchurch, New Zealand, December 9-11, 2009.

[9] ปิ่นพงษ์ คงชนะ. 2550. การอบยางแห้งเอส ที อาร์ 20 ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม เพื่อความสิ้นเปลืองพลังงานต่ำ.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[10] Satit Rodphukdeekul, Siriluck Liengprayoon, Vilai Santisopasri, Klanarong Sriroth, Frederic Bonfils, Eric Dubreucq and Laurent Vaysse., 2008. Effects of Smoking on Lipid

[11] Content, Macromolecular Structure and Rheological Properties of Hevea brasiliensis Sheet Rubber ,Kasetsart J. (Nat. Sci.) 42:306-314(2008).

[12] พิจิตรา จอมศรี. 2549. การทำนายเนื้อหาเว็บโดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล กรณีศึกษามหาวิทยาลัยศิลปากร.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

[13] Han, Jiawei and Micheline Kamber. Data Mining Concepts and Techniques. USA: Morgan Kaufman, 2001.

[14] Thanaruk Theeramunkong, Thammasat University., 2011. Introduction to Concepts and Techniques in Data Mining and Application to Text Mining, October 1, 2011.

[15] “ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง การกำหนดมาตรฐานยางและวิธีการมัดยางและการบรรจุหีบห่อยางเพื่อการส่งออก” (2548, 27 กันยายน). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม 122 ตอนพิเศษ 106 ง. หน้า 2.

[16] Thai Meteorological Department Automatic Weather System. (AWS.). Daily Statistics Reports January – December 2011. http://119.46.126.50/web/reports/weather_days.asp [Available online July, 2011]

[17] สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. (2554). การทดสอบตามมาตรฐานยางแท่งเอสทีอาร์. (พิมพ์ครั้งที่ 2).กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

[18] พืชเศรษฐกิจ ยางพารา. http://www.chachoengsao.most.go.th/index.php?option =com_ content&task=blogcategory&id=71&Itemid=40. [Available online March, 2013]

[19] วิภาวี พัฒนกุล. 2554. ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์.งานนิทรรศการพืชสวน เชียงใหม่, กลุ่มอุตสาหกรรมยาง สถาบันวิจัยยาง.

[20] เทคโนโลยีการสร้างระดับนาโน.http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/nano/Page/Unit4-5.html. [Available online March, 2013]

[21] What Is Data Mining. http://www.dataminingtechniques.net/data-mining-tutorial/what-is-data-mining/.
[Available online March, 2013]

[22] Data Mining Techniques. เทคนิคการจัดกลุ่มแบบ K-means (K-means Clustering). http://datamining-techniques.blogspot.com/2012/09/k-means-k-means-clustering.html.
[Available online March, 2013]

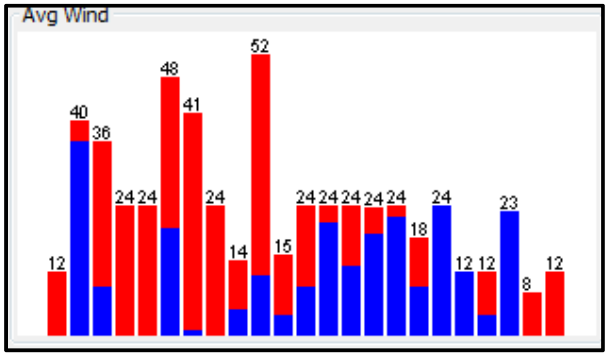
[23] ฝ่ายคุณภาพ บริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด (มหาชน) สาขาห้วยนาง. QC.WI.10.004: วิธีการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์หลังอันแท่ง. 2552.

[24] Open Miner Intelligence.http://www.open-miner.com
[Available online March, 2013]

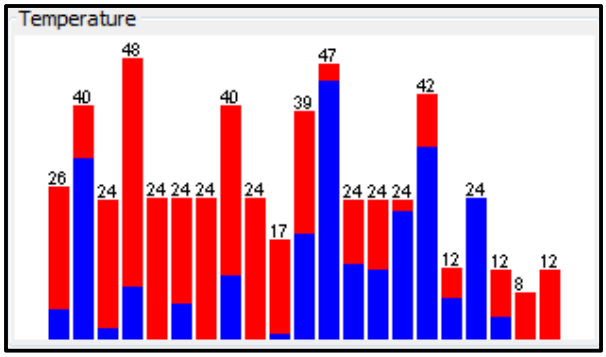
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก: ผลการจัดเตรียมข้อมูลวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูล

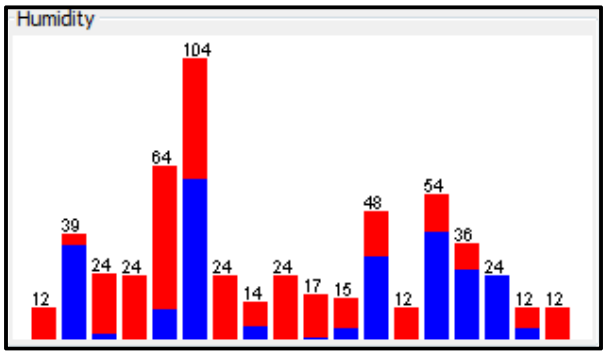
ในการจัดเตรียมข้อมูลปัจจัยการผลิต ได้กำหนดวิธีการจัดเตรียมข้อมูลให้เหมาะสมกับวิธีการทดสอบ ด้วยวิธีการปลี่ยนข้อมูลจาก Numeric to Nominal หน้าต่าง Preprocess เพื่อดำเนินการเตรียมชุดข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูล ตามภาพประกอบ ก-1 ถึง ก-15 เป็นตัวอย่างแอตทริบิวต์ ปัจจัยต่าง ๆ เทียบกับแอตทริบิวต์ Grad Rubber ดังนี้



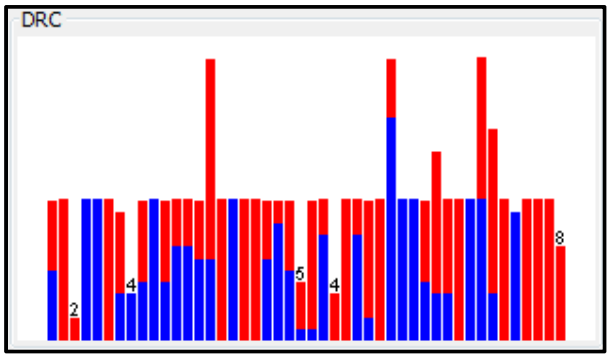
ภาพประกอบ ก-1 ภาพ Visualize Avg. Wind Speed



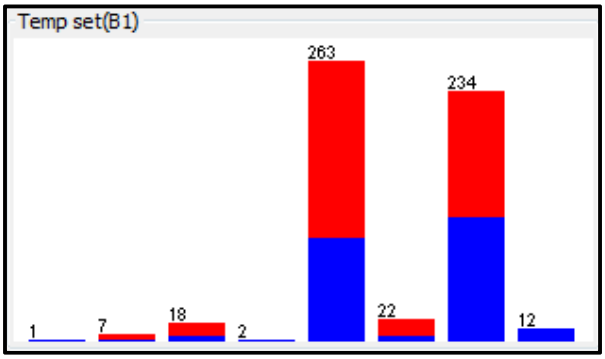
ภาพประกอบ ก-2 ภาพ Visualize Temperature



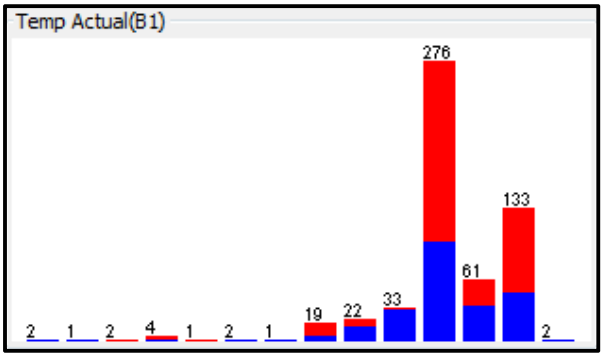
ภาพประกอบ ก-3 ภาพ Visualize Humidity



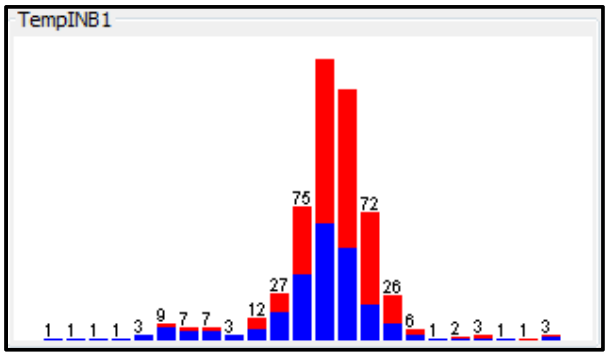
ภาพประกอบ ก-4 ภาพ Visualize DRC



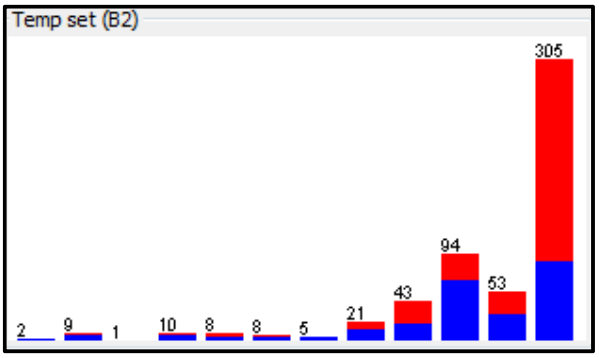
ภาพประกอบ ก-5 ภาพ Visualize Set Temp (B1)



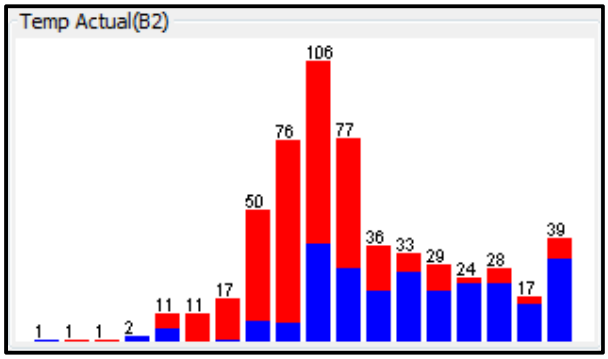
ภาพประกอบ ก-6 ภาพ Visualize Actual Temp (B1)



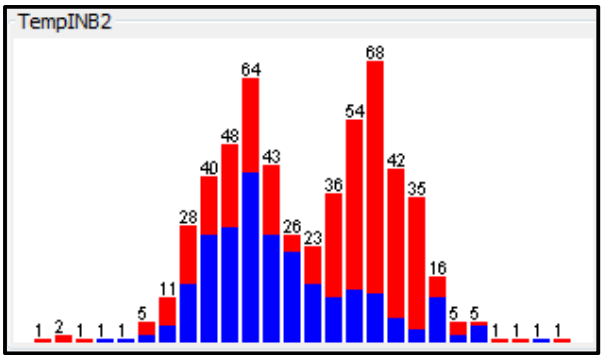
ภาพประกอบ ก-7 ภาพ Visualize IN Temp (B1)



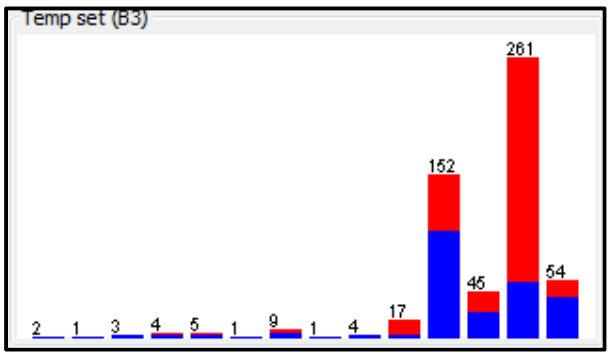
ภาพประกอบ ก-8 ภาพ Visualize Set Temp (B2)



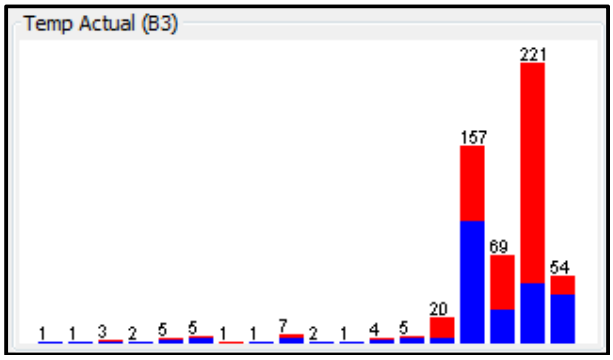
ภาพประกอบ ก-9 ภาพ Visualize Actual Temp (B2)



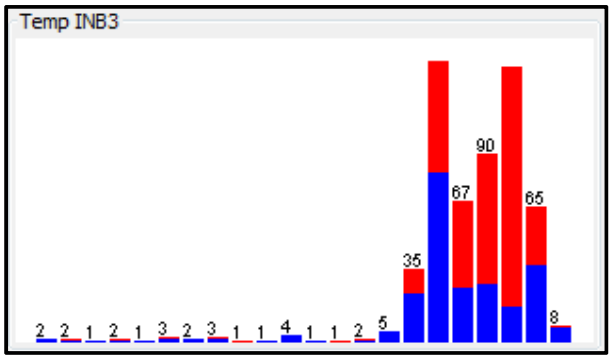
ภาพประกอบ ก-10 ภาพ Visualize IN Temp (B2)



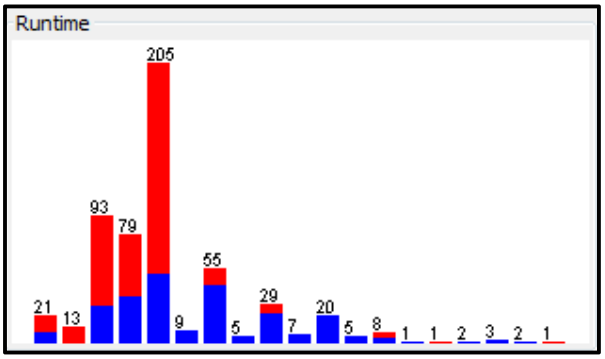
ภาพประกอบ ก-11 ภาพ Visualize Set Temp (B3)



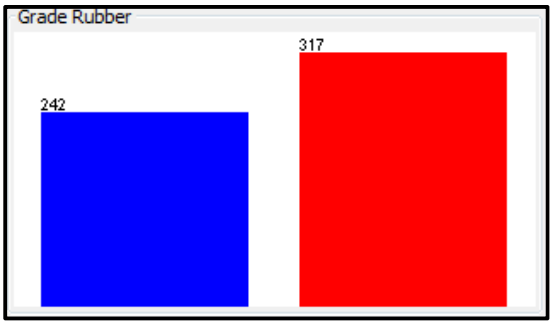
ภาพประกอบ ก-12 ภาพ Visualize Actual Temp (B3)



ภาพประกอบ ก-13 ภาพ Visualize IN Temp (B3)



ภาพประกอบ ก-14 ภาพ Visualize Runtime



ภาพประกอบ ก-15 ภาพ Visualize Rubber Grade

ภาคผนวก ข: ผลการวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูล

การเปรียบเทียบภาพรวมประสิทธิภาพของตัวแบบระหว่างวิธีทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม เทียม (Artificial Neural Network หรือ ANN) กับวิธีการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) (ตาราง ข-1)

ตาราง ข-1 ตาราง Summary เปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบ

Summary	**Decision Tree**	**Artificial Neural Network**
Correctly Classified Instances	537 Instances 96.0644 %	517 Instances 92.4866 %
Incorrectly Classified Instances	22 Instances 3.9356 %	42 Instances 7.5134 %
Kappa statistic	0.9203	0.8483
Mean absolute error	0.0499	0.135
Root mean squared error	0.158	0.2609
Relative absolute error	10.1709 %	27.4935 %
Root relative squared error	31.893 %	52.6636 %
Time taken to build model (seconds)	1.76	51.84

ตาราง ข-2 ตาราง Accuracy By Class เปรียบเทียบตัวแบบ Decision Tree

Class	**TP Rate**	**FP Rate**	**Precision**	**Recall**	**F-Measure**	**ROC Area**
0	0.979	0.054	0.933	0.979	0.956	0.996
1	0.946	0.021	0.984	0.946	0.965	0.996
Weighted Avg.	0.961	0.035	0.962	0.961	0.961	0.996

ตาราง ข-3 ตาราง Accuracy By Class เปรียบเทียบตัวแบบ Neural Network

Class	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area
0	0.95	0.095	0.885	0.95	0.916	0.945
1	0.905	0.05	0.96	0.905	0.932	0.945
Weighted Avg.	0.925	0.069	0.927	0.925	0.925	0.945

ตาราง ข-4 ตาราง Confusion Matrix ตัวแบบ Decision Tree

		Predicted	
	Class	**A**	**B**
Actual	A = 0	237	5
	B = 1	17	300

ตาราง ข-5 ตาราง Confusion Matrix ตัวแบบ Neural Network

		Predicted	
	Class	**A**	**B**
Actual	A = 0	230	12
	B = 1	30	287

ผลการเปรียบเทียบปัจจัยภายนอก เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของแต่ละปัจจัย ได้ผลการเปรียบเทียบดังตาราง ข-6 ถึง ข-8

ตาราง ข-6 ตาราง Summary Remove Attribute

Summary	Decision Tree
Correctly Classified Instances	478 Instances 85.51%
Incorrectly Classified Instances	81 Instances 14.49%
Kappa statistic	0.705
Mean absolute error	0.147
Root mean squared error	0.2619
Time taken to build model (seconds)	0.03

ตาราง ข-7 ตาราง ตาราง Accuracy By Class Remove Attribute

Class	TP Rate	FP Rate	Precision	Recall
0	0.839	0.171	0.829	0.839
1	0.868	0.124	0.876	0.868
Weighted Avg.	0.853	0.087	0.855	0.853

ตาราง ข-8 ตาราง Confusion Matrix Remove Attributes

		Predicted	
	Class	**A**	**B**
Actual	A = 0	275	39
	B = 1	42	203

ผลการวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูล เพื่อนำผลสร้ากฎการตัดสินใจ ได้ผลการวิเคราะห์ดังภาพประกอบ ข-1

```
Humidity = 77: 1 {1=9, 0=5}
Humidity = 78: 1 {1=12, 0=0}
Humidity = 80
|  Runtime = 4.1: 1 {1=3, 0=0}
|  Runtime = 4.15: 1 {1=5, 0=1}
|  Runtime = 4.25: 0 {1=0, 0=3}
Humidity =  81
|  DRC = 77.48
|  |  Temp Actual(B2) = 128: 0 {1=0, 0=3}
|  |  Temp Actual(B2) = 129
|  |  |  TempINB2 = 95: 0 {1=0, 0=2}
|  |  |  TempINB2 = 96: 1 {1=1, 0=1}
|  |  Temp Actual(B2) = 130: 1 {1=5, 0=0}
|  DRC = 78.46
|  |  Runtime = 4.2: 1 {1=5, 0=1}
|  |  Runtime = 4.3: 0 {1=0, 0=6}
|  DRC = 78.48
|  |  TempINB1 = 86: 1 {1=2, 0=0}
|  |  TempINB1 = 87: 0 {1=1, 0=3}
|  |  TempINB1 = 88: 0 {1=2, 0=2}
|  |  TempINB1 = 89: 0 {1=0, 0=2}
|  DRC = 78.79: 0 {1=6, 0=6}
|  DRC = 79.11
|  |  TempINB1 = 86: 1 {1=1, 0=1}
|  |  TempINB1 = 87
|  |  |  Runtime = 4.3: 1 {1=2, 0=0}
|  |  |  Runtime = 4.5: 0 {1=0, 0=2}
```

| | TempINB1 = 88: 0 {1=0, 0=4}

| | TempINB1 = 89: 0 {1=0, 0=2}

| DRC = 79.25: 0 {1=0, 0=12}

| DRC = 79.36: 0 {1=0, 0=12}

| DRC = 80.23: 1 {1=12, 0=0}

| DRC = 82.57: 1 {1=8, 0=0}

Humidity = 82: 1 {1=24, 0=0}

Humidity = 83

| DRC = 78.05: 0 {1=0, 0=4}

| DRC = 78.33

| | Temp set (B2) = 137: 1 {1=4, 0=0}

| | Temp set (B2) = 138: 0 {1=0, 0=8}

| DRC = 79.29: 0 {1=0, 0=12}

| DRC = 79.76: 0 {1=0, 0=11}

Humidity = 84

| DRC = 77.94: 1 {1=12, 0=0}

| DRC = 79.2: 1 {1=12, 0=0}

| DRC = 79.25

| | Temp Actual(B2) = 130: 0 {1=1, 0=3}

| | Temp Actual(B2) = 131: 0 {1=0, 0=4}

| | Temp Actual(B2) = 132: 1 {1=2, 0=0}

| | Temp Actual(B2) = 134: 1 {1=2, 0=0}

| DRC = 79.41: 0 {1=0, 0=4}

| DRC = 79.74: 1 {1=12, 0=0}

| DRC = 80.2: 1 {1=12, 0=0}

Humidity = 85: 1 {1=24, 0=0}

Humidity = 87: 1 {1=12, 0=0}

Humidity = 88

| Temp set (B2) = 130: 0 {1=1, 0=3}

| Temp set (B2) = 132: 0 {1=0, 0=4}

```
|   Temp set (B2) = 134: 1 {1=5, 0=3}
|   Temp set (B2) = 135: 0 {1=0, 0=17}
|   Temp set (B2) = 136: 1 {1=8, 0=7}
|   Temp set (B2) = 138: 0 {1=0, 0=6}
Humidity =  89
|   Temp set (B2) = 131: 0 {1=4, 0=4}
|   Temp set (B2) = 132: 1 {1=3, 0=0}
|   Temp set (B2) = 134: 0 {1=3, 0=10}
|   Temp set (B2) = 136: 0 {1=0, 0=12}
Humidity =  91
|   DRC = 78.03
|   |   Runtime = 4: 0 {1=0, 0=2}
|   |   Runtime = 4.2
|   |   |   TempINB1 = 87: 0 {1=1, 0=1}
|   |   |   TempINB1 = 88: 1 {1=4, 0=1}
|   |   |   TempINB1 = 89: 1 {1=2, 0=0}
|   DRC = 79.04: 1 {1=4, 0=0}
Humidity =  92: 1 {1=12, 0=0}
Humidity =  93
|   DRC = 78.43: 0 {1=4, 0=8}
|   DRC = 78.61: 0 {1=2, 0=10}
|   DRC = 78.91: 1 {1=11, 0=1}
|   DRC = 79.53: 0 {1=0, 0=12}
Humidity =  95: 1 {1=16, 0=1}
Humidity =  96: 1 {1=24, 0=0}
Humidity =  97
|   Runtime = 4: 0 {1=0, 0=2}
|   Runtime = 4.2: 1 {1=22, 0=0}
Humidity =  98: 0 {1=0, 0=24}
```

ภาพประกอบ ข- 1 ผลการวิเคราะห์เหมืองข้อมูล

ภาคผนวก ค: คู่มือการใช้งานโปรแกรม Weka 3.6.7

ผู้วิจัยได้เขียนคู่มือการใช้งานโปรแกรม Weka -3.6.7 ไว้ 2 ขั้นตอนดังนี้

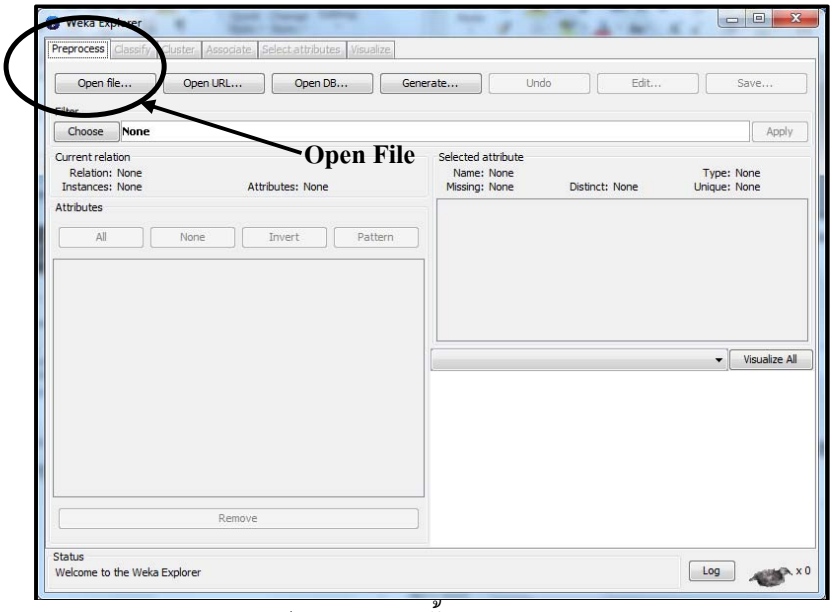
- การเตรียมข้อมูล (Preprocess)
- การวิเคราะห์ข้อมูล (Classify)

การเตรียมข้อมูล (Preprocess)

1. เข้าสู่โปรแกรมคลิกเลือกเมนู Explore เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล (ภาพประกอบ ค-1)

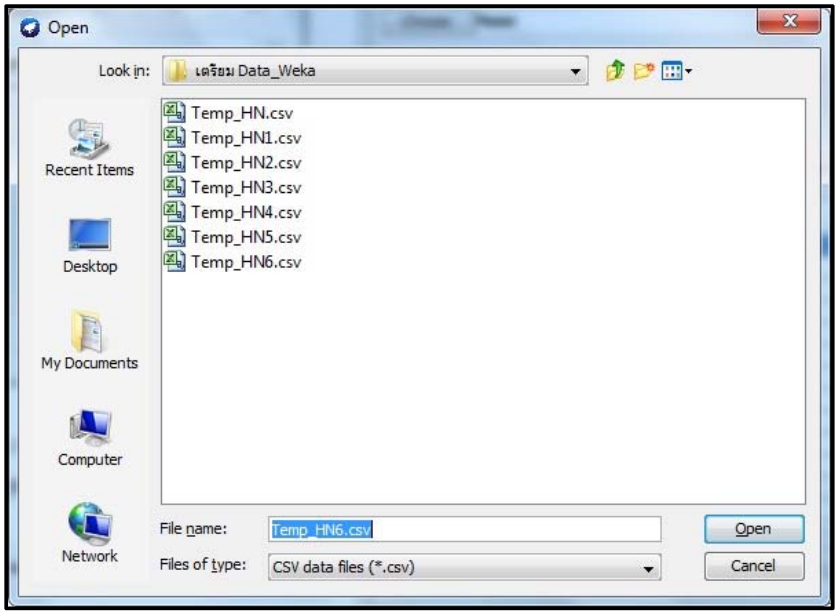
ภาพประกอบ ค-1 การเข้าสู่ขั้นตอนแรกการเตรียมข้อมูล

2. เมื่อเข้าสู่เมนู Explore จะเข้าสู่หน้าต่าง Preprocess ----> Open File



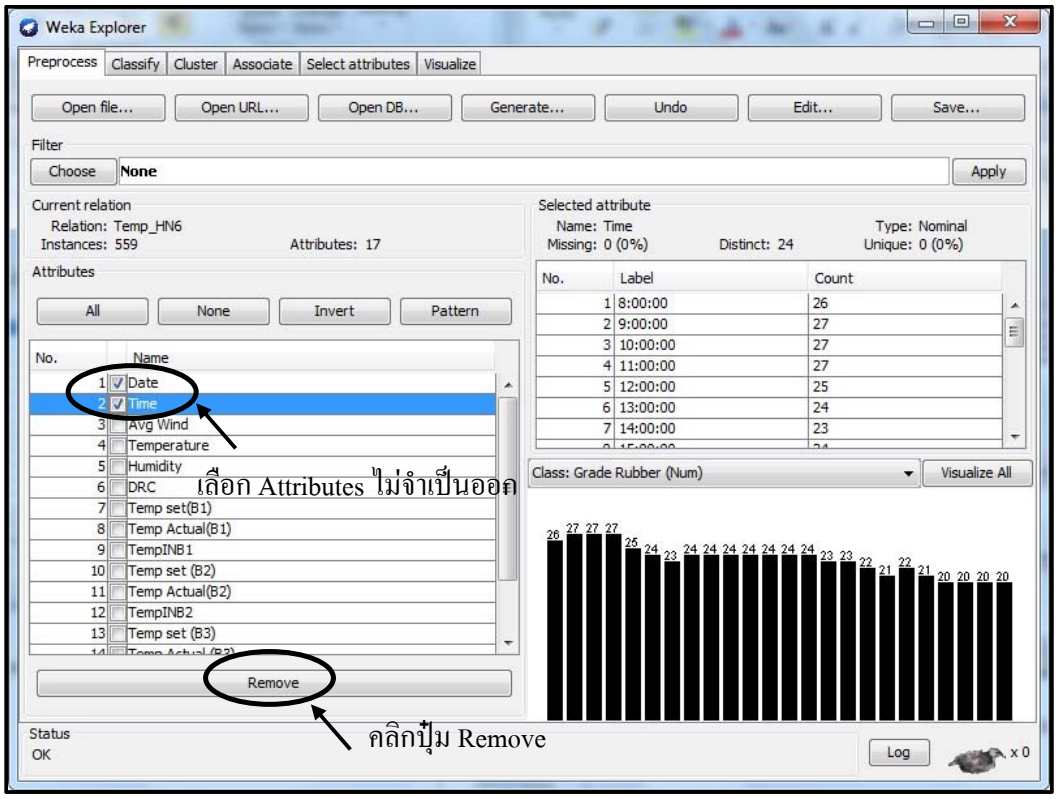
ภาพประกอบ ค-2 ขั้นตอน Preprocess

3. เลือกไฟล์ฐานข้อมูที่ต้องการด้วยนามสกุล CSV data files(*.csv) หรือ Arff Data File



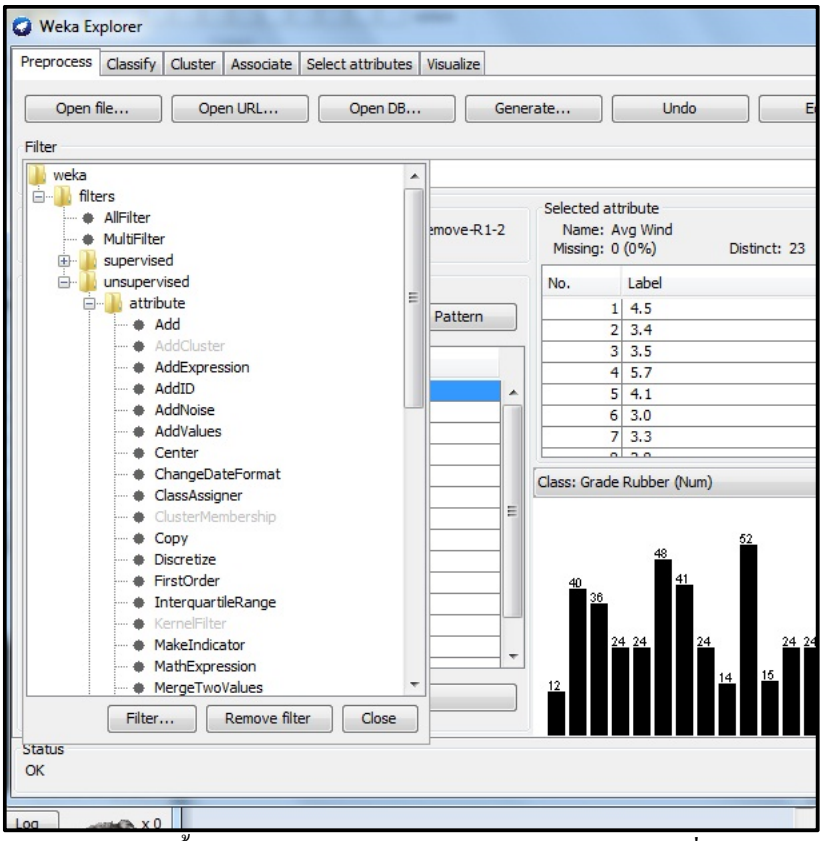
ภาพประกอบ ค-3 การ Import ข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม

4. หน้าต่าง Preprocess ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล ให้เหมาะสมในการวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูล โดยการคลิกเลือก Filter เพื่อจัดการ Filter ที่ไม่จำเป็นออกจากโปรแกรม ด้วยการคลิกเลือก Attributes ที่ไม่จำเป็นออก แล้วคลิกปุ่ม Remove



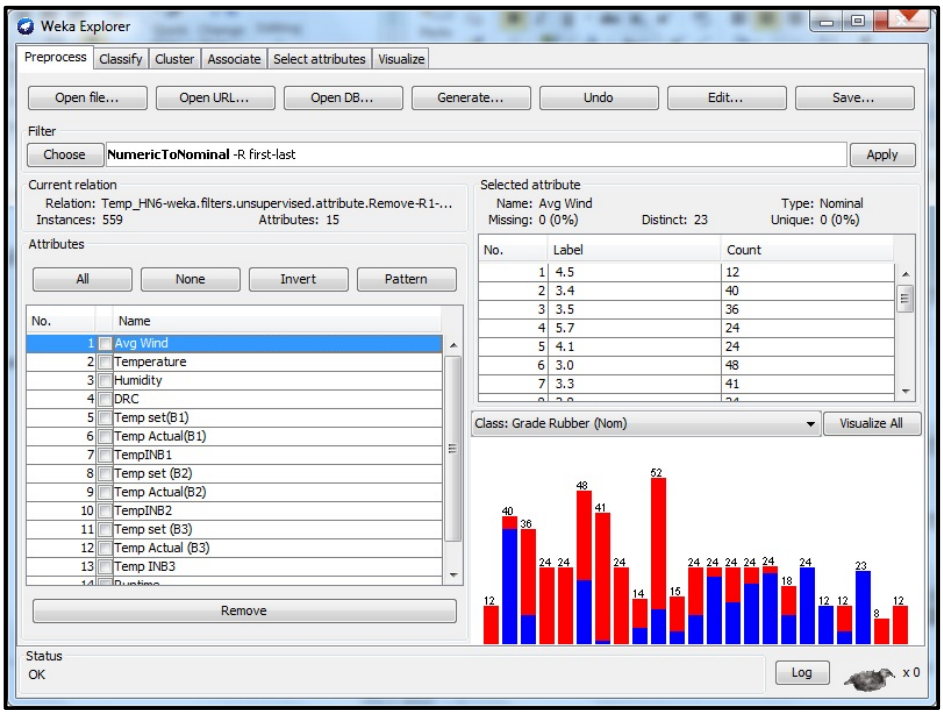
ภาพประกอบ ค-4 การ Remove Attribute ที่ไม่จำเป็นออก

5. ขั้นตอน Preprocess จัดการข้อมูลให้เหมาะสมกับตัวแบบที่นำมาทดสอบ ด้วย Numeric To Nominal ด้วยการคลิกเลือก Attribute ทั้งหมด แล้วคลิก Choose เลือก Filter unsupervised attribute เลือก Numeric To Nominal



ภาพประกอบ ค-5 ขั้นตอนการจัดการข้อมูลให้เหมาะสมกับตัวแบบที่นำมาทดสอบ

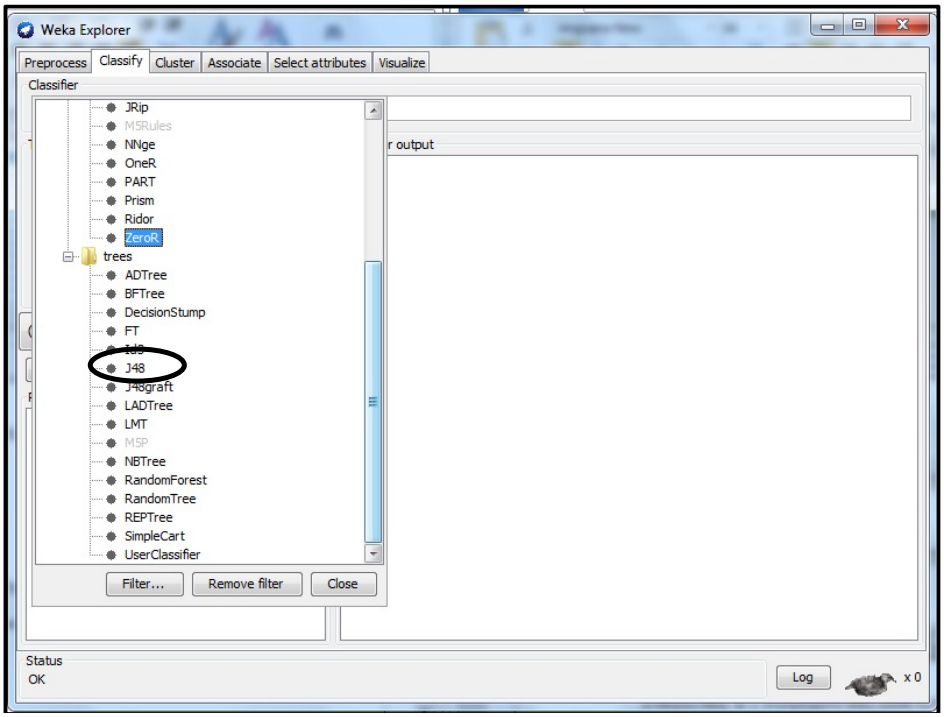
6. ผลการจัดเตรียมข้อมูล สำหรับการทดสอบด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลดังภาพประกอบ ค-6



ภาพประกอบ ค-6 ผลการจัดเตรียมข้อมูล

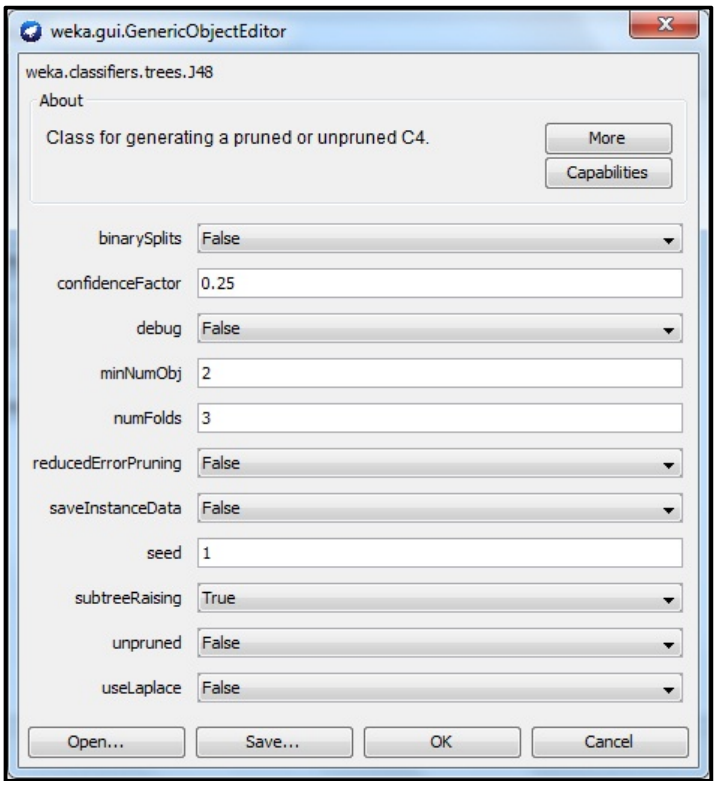
การวิเคราะห์ข้อมูล (Classify)

1. หน้าต่าง Classify เป็นหน้าต่างสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในตัวอย่างงานวิจัย เลือก ตัวแบบการสร้างต้นไม้ตัดสินใจ หรือ Model J48 โดยการคลิก Choose แล้วเลือก Classify Tree เลือก J48



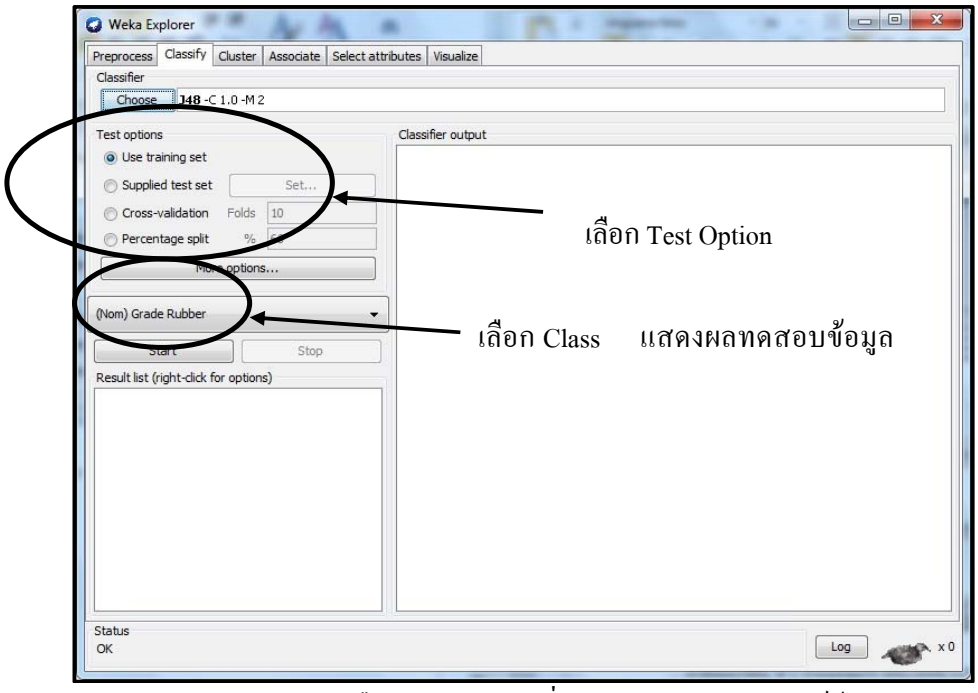
ภาพประกอบ ค-7 การเลือก Model วิเคราะห์ข้อมูล

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลปรับค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมด้วยการปรับค่า Confidence Factor minNumObj และnumFolds ดังภาพประกอบ ง-8



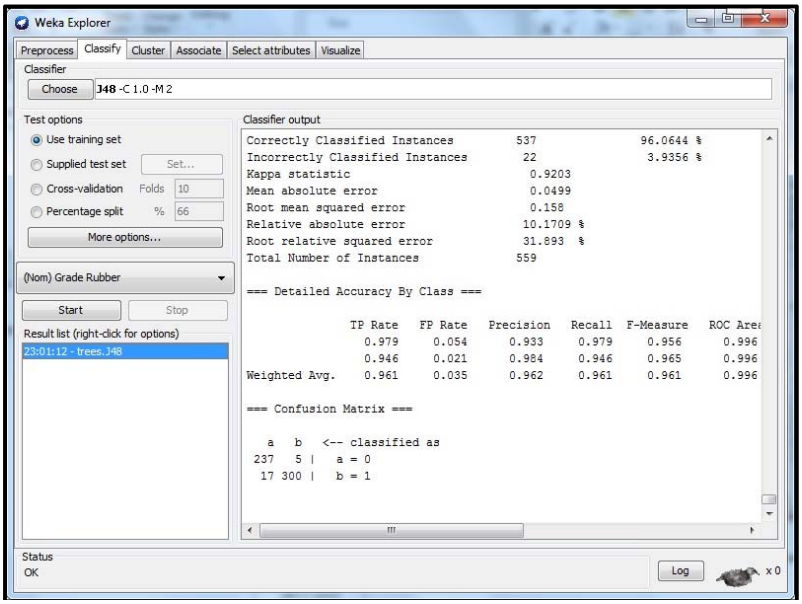
ภาพประกอบ ค-8 หน้าต่างปรับค่าพารามิเตอร์

3. เลือก Test Option วัดประสิทธิภาพของตัวแบบ หรือเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบที่เหมะสมในการวิเคราะห์เทคนิคเหมืองข้อมูล และเลือก Class ที่ต้องการให้โปรแกรมแสดงผลการทดสอบข้อมูล



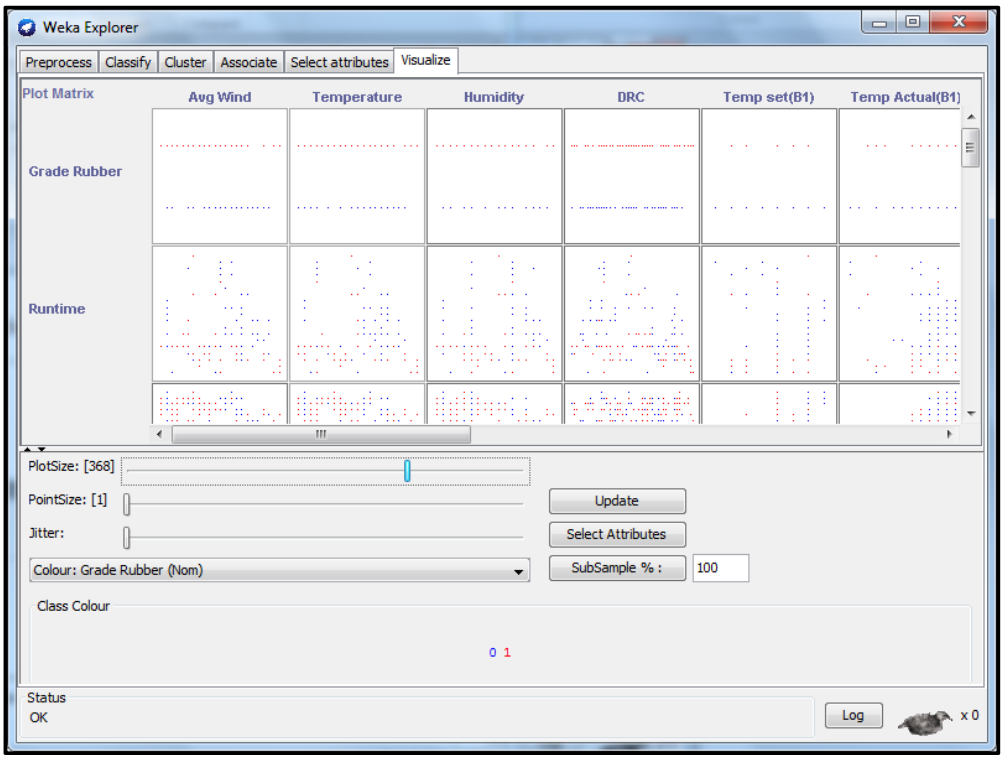
ภาพประกอบ ค-9 เลือก Test Option ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูล

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล นำผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความถูกต้องที่มีค่ามากที่สุด



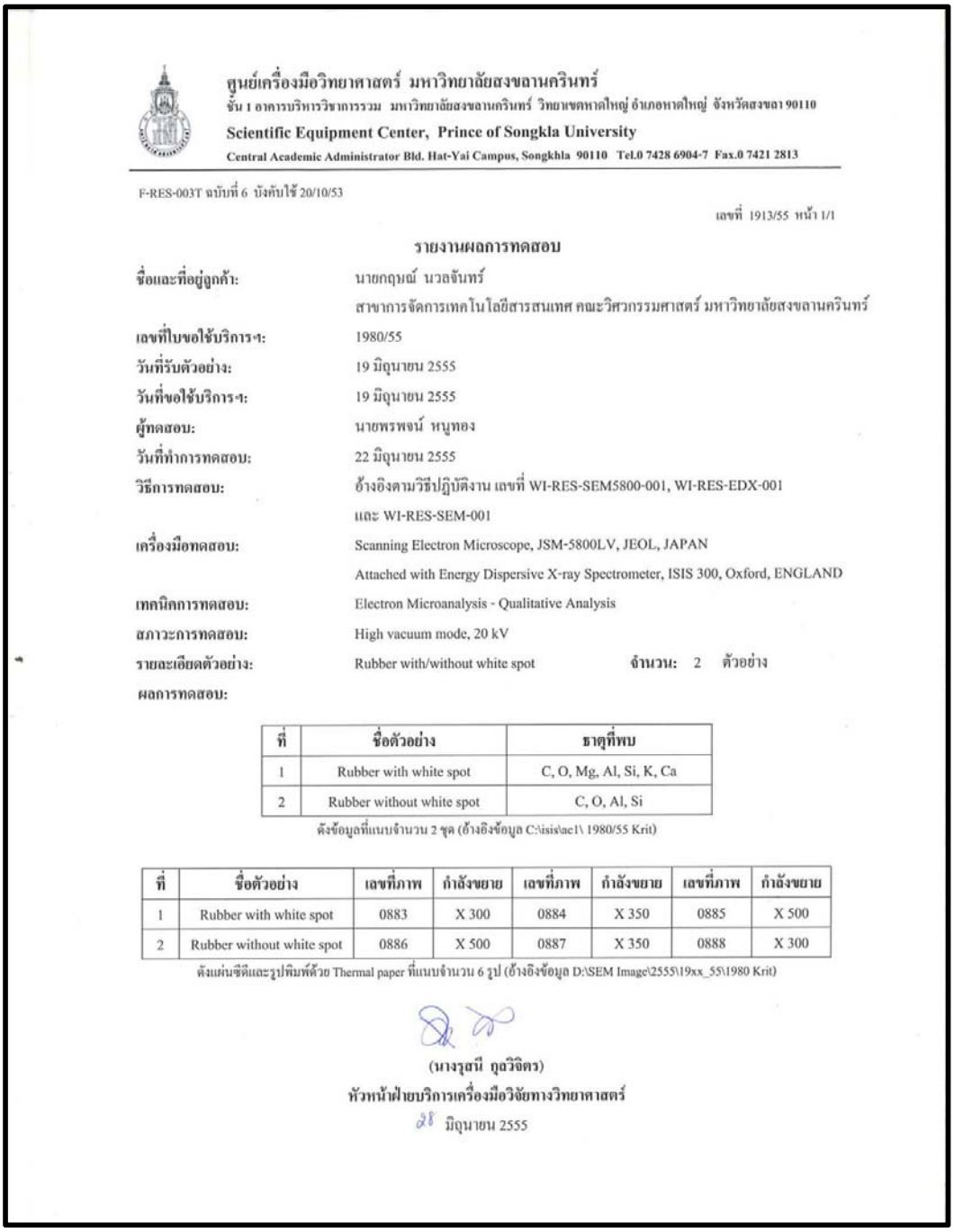
ภาพประกอบ ค-10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

5. การแสดงผลด้วยแบบ Visualize เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยภาพ Plot Matrix



ภาพประกอบ ค-11 การแสดงผลทดสอบ แบบ Visualize

ภาคผนวก ง: ผลการทดสอบด้วยเครื่อง Scanning Electron Microscope (SEM)



ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ชั้น 1 อาคารบริหารวิชาการรวม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
Scientific Equipment Center, Prince of Songkla University
Central Academic Administrator Bld. Hat-Yai Campus, Songkhla 90110 Tel.0 7428 6904-7 Fax.0 7421 2813

F-RES-003T ฉบับที่ 6 บังคับใช้ 20/10/53

เลขที่ 1913/55 หน้า 1/1

รายงานผลการทดสอบ

ชื่อและที่อยู่ลูกค้า: นายกฤษณ์ นวลจันทร์
สาขาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เลขที่ใบขอใช้บริการฯ: 1980/55

วันที่รับตัวอย่าง: 19 มิถุนายน 2555

วันที่ขอใช้บริการฯ: 19 มิถุนายน 2555

ผู้ทดสอบ: นายพรพจน์ หนูทอง

วันที่ทำการทดสอบ: 22 มิถุนายน 2555

วิธีการทดสอบ: อ้างอิงตามวิธีปฏิบัติงาน เลขที่ WI-RES-SEM5800-001, WI-RES-EDX-001 และ WI-RES-SEM-001

เครื่องมือทดสอบ: Scanning Electron Microscope, JSM-5800LV, JEOL, JAPAN
Attached with Energy Dispersive X-ray Spectrometer, ISIS 300, Oxford, ENGLAND

เทคนิคการทดสอบ: Electron Microanalysis - Qualitative Analysis

สภาวะการทดสอบ: High vacuum mode, 20 kV

รายละเอียดตัวอย่าง: Rubber with/without white spot จำนวน: 2 ตัวอย่าง

ผลการทดสอบ:

ที่	ชื่อตัวอย่าง	ธาตุที่พบ
1	Rubber with white spot	C, O, Mg, Al, Si, K, Ca
2	Rubber without white spot	C, O, Al, Si

ดังข้อมูลที่แนบจำนวน 2 ชุด (อ้างอิงข้อมูล C:\isis\ac1\ 1980/55 Krit)

ที่	ชื่อตัวอย่าง	เลขที่ภาพ	กำลังขยาย	เลขที่ภาพ	กำลังขยาย	เลขที่ภาพ	กำลังขยาย
1	Rubber with white spot	0883	X 300	0884	X 350	0885	X 500
2	Rubber without white spot	0886	X 500	0887	X 350	0888	X 300

ดังแผ่นซีดีและรูปพิมพ์ด้วย Thermal paper ที่แนบจำนวน 6 รูป (อ้างอิงข้อมูล D:\SEM Image\2555\19xx_55\1980 Krit)

(นางรุสนี กุลวิจิตร)
หัวหน้าฝ่ายบริการเครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์
28 มิถุนายน 2555

ภาพประกอบ ง-1 ผลการทดสอบด้วยเครื่อง SEM 5800

ภาคผนวก จ: ผลงานตีพิมพ์และเผยแพร่

ผู้วิจัยได้ส่งผลงานในการเผยแพร่ในงานวิชาการจำนวน 1 รายการ ดังต่อไปนี้

1. เกียรติบัตรรับรองการนำเสนอผลงาน (ภาพประกอบ จ-1)
2. หน้าปกหนังสือเรื่องเต็มการประชุมวิชาการ (ภาพประกอบ จ-2)
3. บทความของผู้วิจัยจำนวน 3 หน้า (ภาพประกอบ จ-3 ถึง ภาพประกอบ จ-5)

มหาวิทยาลัยลัยลักษณ์

ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้ไว้เพื่อแสดงว่า

บทความเรื่อง "การค้นหาปัจจัยการผลิตที่ส่งผลทำให้ผลิตเกิดจุดชาว ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล
กรณีศึกษา โรงงานยางแห่ง บริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด (มหาชน) สาขาห้วยนาง,
จังหวัดตรัง"

โดย กฤษณ์ นวลจันทร์ เกริกชัย ทองหนู
หน่วยงาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ได้ร่วมนำเสนอผลงานวิจัย ประเภท บรรยาย

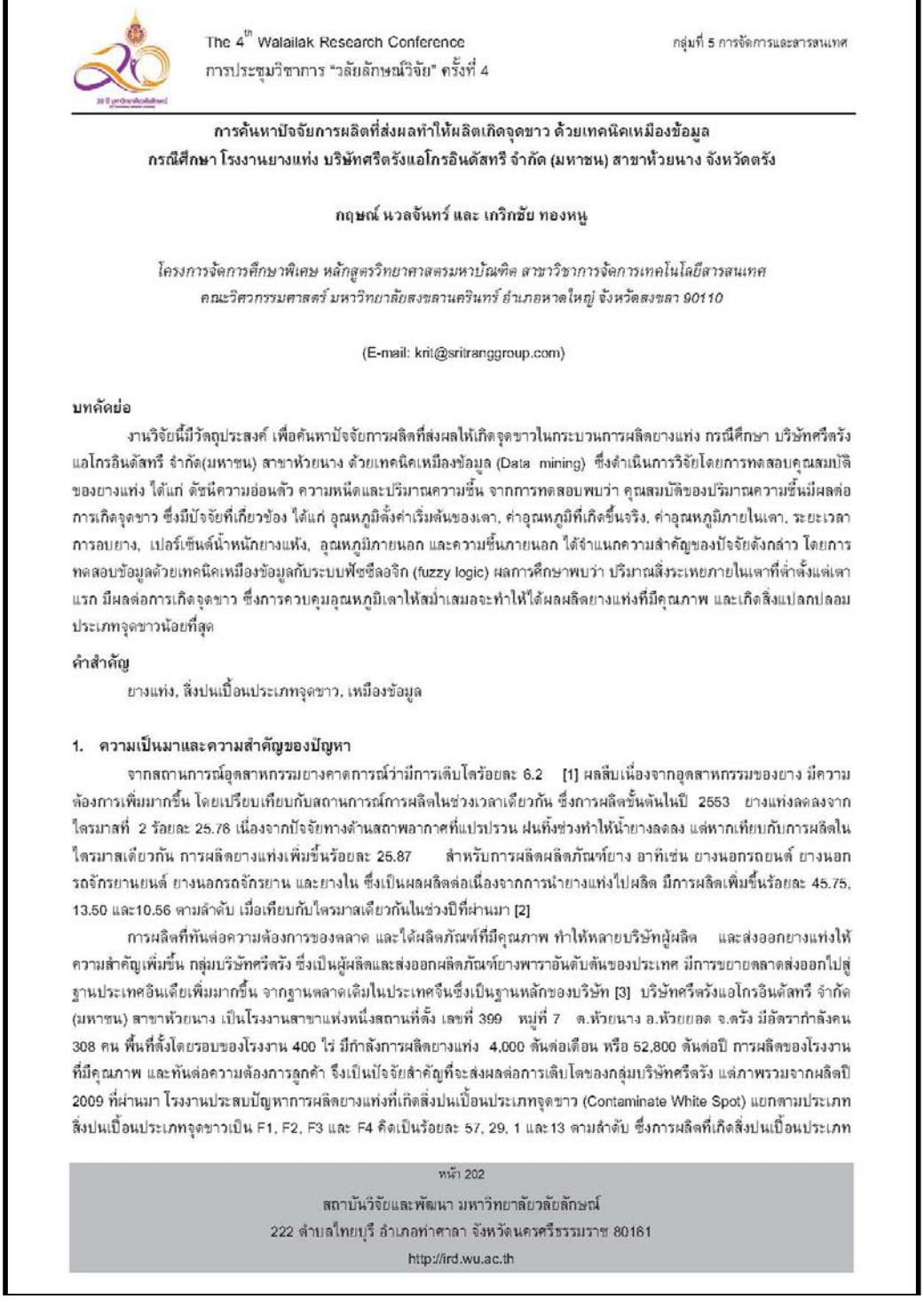
ในการประชุมวิชาการ "วลัยลักษณ์วิจัย" ครั้งที่ ๔
ให้ไว้ ณ วันที่ ๒๑ มิถุนายน พุทธศักราช ๒๕๕๕

(รองศาสตราจารย์ ดร.อมรา ช้างทรัพย์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วัฒนพงศ์ เกิดทองมี)
รักษาการแทนผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

ภาพประกอบ จ-1 เกียรติบัตรรับรองการนำเสนอผลงาน

ภาพประกอบ จ-2 หน้าปกหนังสือเรื่องเต็มการประชุมวิชาการ



การค้นหาปัจจัยการผลิตที่ส่งผลทำให้ผลิตเกิดจุดขาว ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล
กรณีศึกษา โรงงานยางแท่ง บริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด (มหาชน) สาขาห้วยนาง จังหวัดตรัง

กฤษณ์ นวลจันทร์ และ เกวิกชัย ทองหนู

โครงการจัดการศึกษาพิเศษ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

(E-mail: krit@sritranggroup.com)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อค้นหาปัจจัยการผลิตที่ส่งผลให้เกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง กรณีศึกษา บริษัทศรีตรัง แอโกรอินดัสทรี จำกัด(มหาชน) สาขาห้วยนาง ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล (Data mining) ซึ่งดำเนินการวิจัยโดยการทดสอบคุณสมบัติของยางแท่ง ได้แก่ ดัชนีความอ่อนตัว ความหนืดและปริมาณความชื้น จากการทดสอบพบว่า คุณสมบัติของปริมาณความชื้นมีผลต่อการเกิดจุดขาว ซึ่งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อุณหภูมิตั้งค่าเริ่มต้นของเตา, ค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นจริง, ค่าอุณหภูมิภายในเตา, ระยะเวลาการอบยาง, เปอร์เซ็นต์น้ำหนักยางแห้ง, อุณหภูมิภายนอก และความชื้นภายนอก ได้จำแนกความสำคัญของปัจจัยดังกล่าว โดยการทดสอบข้อมูลด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูลกับระบบฟัซซีลอจิก (fuzzy logic) ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณสิ่งระเหยภายในเตาที่ต่ำตั้งแต่เตาแรก มีผลต่อการเกิดจุดขาว ซึ่งการควบคุมอุณหภูมิเตาให้สม่ำเสมอจะทำให้ได้ผลผลิตยางแท่งที่มีคุณภาพ และเกิดสิ่งแปลกปลอมประเภทจุดขาวน้อยที่สุด

คำสำคัญ

ยางแท่ง, สิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาว, เหมืองข้อมูล

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากสถานการณ์อุตสาหกรรมยางคาดการณ์ว่ามีการเติบโตร้อยละ 6.2 [1] ผลสืบเนื่องจากอุตสาหกรรมของยาง มีความต้องการเพิ่มมากขึ้น โดยเปรียบเทียบกับสถานการณ์การผลิตในช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งการผลิตขั้นต้นในปี 2553 ยางแท่งลดลงจากไตรมาสที่ 2 ร้อยละ 25.76 เนื่องจากปัจจัยทางด้านสภาพอากาศที่แปรปรวน ฝนทิ้งช่วงทำให้น้ำยางลดลง แต่หากเทียบกับการผลิตในไตรมาสเดียวกัน การผลิตยางแท่งเพิ่มขึ้นร้อยละ 25.87 สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ยาง อาทิเช่น ยางนอกรถยนต์ ยางนอกรถจักรยานยนต์ ยางนอกรถจักรยาน และยางใน ซึ่งเป็นผลผลิตต่อเนื่องจากการนำยางแท่งไปผลิต มีการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 45.75, 13.50 และ10.56 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับไตรมาสเดียวกันในช่วงปีที่ผ่านมา [2]

การผลิตที่ทันต่อความต้องการของตลาด และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ทำให้หลายบริษัทผู้ผลิต และส่งออกยางแท่งให้ความสำคัญเพิ่มขึ้น กลุ่มบริษัทศรีตรัง ซึ่งเป็นผู้ผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์ยางพาราอันดับต้นของประเทศ มีการขยายตลาดส่งออกไปสู่ฐานประเทศอินเดียเพิ่มมากขึ้น จากฐานตลาดเดิมในประเทศจีนซึ่งเป็นฐานหลักของบริษัท [3] บริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด (มหาชน) สาขาห้วยนาง เป็นโรงงานสาขาแห่งหนึ่งสถานที่ตั้ง เลขที่ 399 หมู่ที่ 7 ต.ห้วยนาง อ.ห้วยยอด จ.ตรัง มีอัตรากำลังคน 308 คน พื้นที่ตั้งโดยรอบของโรงงาน 400 ไร่ มีกำลังการผลิตยางแท่ง 4,000 ตันต่อเดือน หรือ 52,800 ตันต่อปี การผลิตของโรงงานที่มีคุณภาพ และทันต่อความต้องการลูกค้า จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะส่งผลต่อการเติบโตของกลุ่มบริษัทศรีตรัง แต่ภาพรวมจากผลิตปี 2009 ที่ผ่านมา โรงงานประสบปัญหาการผลิตยางแท่งที่เกิดสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาว (Contaminate White Spot) แยกตามประเภทสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาวเป็น F1, F2, F3 และ F4 คิดเป็นร้อยละ 57, 29, 1 และ13 ตามลำดับ ซึ่งการผลิตที่เกิดสิ่งปนเปื้อนประเภท

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
222 ตำบลไทยบุรี อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช 80161
http://ird.wu.ac.th

ภาพประกอบ จ-3 เนื้อหาบทความนำเสนอวิชาการ หน้า 202

จุดขาว จะส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์ที่ส่งออก และนำไปผลิตในอุตสาหกรรมยางรถยนต์ รถจักรยานยนต์ จะไม่สามารถนำไปผลิตได้ ด้วยสาเหตุเนื่องจากยางแท่งที่เกิดสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาวไม่สามารถไปจับตัวเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆได้ จึงทำให้โรงงานผลิตและส่งออกยางแท่งเกิดต้นทุนที่สูงขึ้น ไม่ว่าจะเป็น ต้นทุนการเก็บรักษายาง การบริหารจัดการยาง ต้นทุนด้านแรงงาน ต้องใช้แรงงานจำนวนมากในการจัดการยางประเภทดังกล่าว การค้นหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตยางแท่งเกิดสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาว จึงส่งผลดีและมีความสำคัญเป็นอย่างมากของบริษัทในกลุ่มยางแท่ง ที่จะช่วยลดปัญหา ลดต้นทุนของโรงงาน จากสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาว ซึ่งสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาวแตกต่างจากสิ่งปนเปื้อน ประเภทอื่นๆ ตรงที่ไม่สามารถสามารถบริหารจัดการได้ภายในกระบวนการผลิต

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล (Data mining) แล้วนำมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลกระทบของปัจจัยที่มีต่อการเกิดจุดขาว รวมทั้งนำมาพัฒนากระบวนการผลิตยางแท่งที่เหมาะสม ภายใต้การควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดจุดขาว เพื่อระบุและลำดับผลกระทบของปัจจัย ทำให้สามารถผลิตยางแท่งได้อย่างมีคุณภาพ ภายใต้การควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่ค้นพบด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล นอกจากนี้จะส่งผลให้บริษัทผู้ผลิตยางแท่งลดต้นทุน ค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการยางแท่งที่เกิดสิ่งปนเปื้อนประเภทจุดขาว อาทิเช่น ต้นทุนการเก็บรักษายาง ต้นทุนด้านแรงงาน เป็นต้น

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล

2.2 เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลกระทบของปัจจัยที่มีต่อการเกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

3.1 สามารถระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง โดยใช้เทคนิคเหมืองข้อมูล โดยงานวิจัยนี้ศึกษาค้นหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดจุดขาว และจำแนกปัจจัย ซึ่งจะทำให้ได้ปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่อการเกิดจุดขาว

3.2 เป็นข้อมูลพื้นฐานระบุถึงผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆที่ส่งผลต่อการเกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง เพื่อนำไปสู่การผลิตที่มีคุณภาพในอุตสาหกรรมผลิตและส่งออกยางพารา

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตทำให้เกิดจุดขาว ในกระบวนการผลิตยางแท่ง

4.2. วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตทำให้เกิดจุดขาว ในกระบวนการผลิตยางแท่ง ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล

4.3. เปรียบเทียบและลำดับความสำคัญของผลกระทบการผลิตที่เกิดจุดขาว ในกระบวนการผลิตยางแท่ง

5. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ มีระเบียบวิธีวิจัยและขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

5.1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย ได้แก่ ยางธรรมชาติ คุณสมบัติพื้นฐานของยางธรรมชาติ ทฤษฎีการอบแห้ง การตัดเกรดยาง และอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการศึกษาวิจัย

5.2. รวบรวมข้อมูลปัจจัยที่ทำให้เกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิอากาศ ความชื้น ความเร็วลม อายุยาง ความหนาของยาง %ความแห้งของยาง เป็นต้น

5.3. ศึกษาวิธีการวิเคราะห์ และการจำแนก ลำดับความคัญโดยเทคนิคเหมืองข้อมูล ได้แก่ ระบบฟัซซีลอจิก (fuzzy logic)

5.4. วิเคราห์ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตทำให้เกิดจุขาว ในกระบวนการผลิตยางแท่งSTR 20 หรือSTR 20 CV ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล

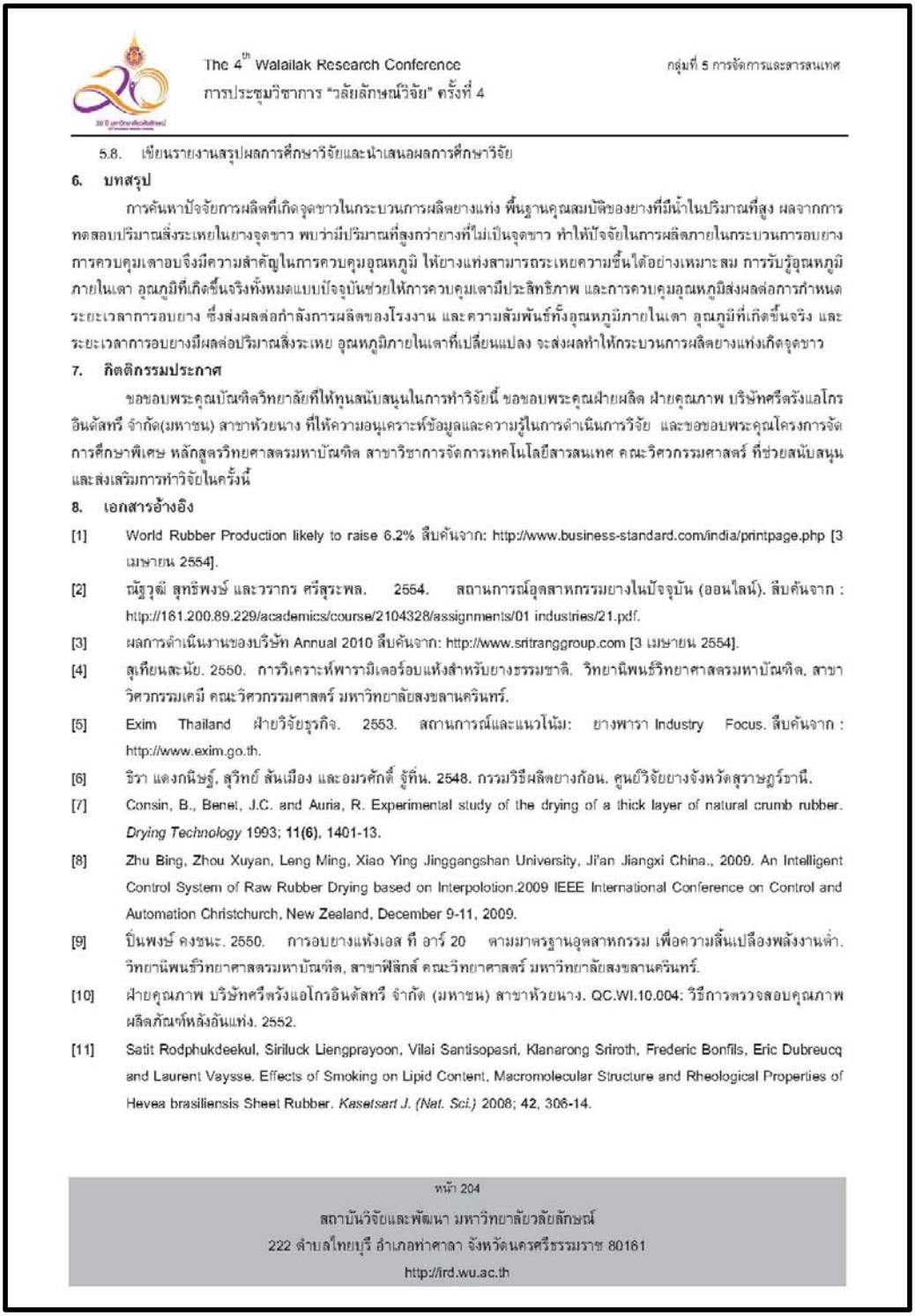
5.5. จำแนกปัจจัยปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตทำให้เกิดจุขาว ในกระบวนการผลิตยางแท่งSTR 20 หรือ STR 20 CV

5.6. ทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตทำให้เกิดจุขาว ในกระบวนการผลิตยางแท่งSTR 20 หรือ STR 20 CV

5.7. ตรวจสอบรายละเอียด ความเรียบร้อย ความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล และปรับปรุงข้อผิดพลาดในการจำแนกข้อมูล ให้มีความถูกต้อง แม่นยำยิ่งขึ้น

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
222 ตำบลไทยบุรี อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช 80161
http://ird.wu.ac.th

ภาพประกอบ จ-4 เนื้อหาบทความนำเสนอวิชาการ หน้า 203



5.8. เขียนรายงานสรุปผลการศึกษาวิจัยและนำเสนอผลการศึกษาวิจัย

6. บทสรุป

การค้นหาปัจจัยการผลิตที่เกิดจุดขาวในกระบวนการผลิตยางแท่ง พื้นฐานคุณสมบัติของยางที่มีน้ำในปริมาณที่สูง ผลจากการทดสอบปริมาณสิ่งระเหยในยางจุดขาว พบว่ามีปริมาณที่สูงกว่ายางที่ไม่เป็นจุดขาว ทำให้ปัจจัยในการผลิตภายในกระบวนการอบยาง การควบคุมเตาอบจึงมีความสำคัญในการควบคุมอุณหภูมิ ให้ยางแท่งสามารถระเหยความชื้นได้อย่างเหมาะสม การรับรู้อุณหภูมิภายในเตา อุณภูมิที่เกิดขึ้นจริงทั้งหมดแบบปัจจุบันช่วยให้การควบคุมเตามีประสิทธิภาพ และการควบคุมอุณหภูมิส่งผลต่อการกำหนดระยะเวลาการอบยาง ซึ่งส่งผลต่อกำลังการผลิตของโรงงาน และความสัมพันธ์ทั้งอุณหภูมิภายในเตา อุณภูมิที่เกิดขึ้นจริง และระยะเวลาการอบยางมีผลต่อปริมาณสิ่งระเหย อุณหภูมิภายในเตาที่เปลี่ยนแปลง จะส่งผลทำให้กระบวนการผลิตยางแท่งเกิดจุดขาว

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณฝ่ายผลิต ฝ่ายคุณภาพ บริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด(มหาชน) สาขาห้วยนาง ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและความรู้ในการดำเนินการวิจัย และขอขอบพระคุณโครงการจัดการศึกษาพิเศษ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ช่วยสนับสนุนและส่งเสริมการทำวิจัยในครั้งนี้

8. เอกสารอ้างอิง

[1] World Rubber Production likely to raise 6.2% สืบค้นจาก: http://www.business-standard.com/india/printpage.php [3 เมษายน 2554].

[2] ณัฐวุฒิ สุทธิพงษ์ และวรากร ศรีสุระพล. 2554. สถานการณ์อุตสาหกรรมยางในปัจจุบัน (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http://161.200.89.229/academics/course/2104328/assignments/01 industries/21.pdf.

[3] ผลการดำเนินงานของบริษัท Annual 2010 สืบค้นจาก: http://www.sritranggroup.com [3 เมษายน 2554].

[4] สุเทียนละนัย. 2550. การวิเคราะห์พารามิเตอร์อบแห้งสำหรับยางธรรมชาติ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[5] Exim Thailand ฝ่ายวิจัยธุรกิจ. 2553. สถานการณ์และแนวโน้ม: ยางพารา Industry Focus. สืบค้นจาก : http://www.exim.go.th.

[6] ชิรา แดงกนิษฐ์, สุวิทย์ สันเมือง และอมรศักดิ์ รู้ที่น. 2548. กรรมวิธีผลิตยางก้อน. ศูนย์วิจัยยางจังหวัดสุราษฎร์ธานี.

[7] Consin, B., Benet, J.C. and Auria, R. Experimental study of the drying of a thick layer of natural crumb rubber. *Drying Technology* 1993; **11(6)**, 1401-13.

[8] Zhu Bing, Zhou Xuyan, Leng Ming, Xiao Ying Jinggangshan University, Ji'an Jiangxi China., 2009. An Intelligent Control System of Raw Rubber Drying based on Interpolotion.2009 IEEE International Conference on Control and Automation Christchurch, New Zealand, December 9-11, 2009.

[9] ปิ่นพงษ์ คงชนะ. 2550. การอบยางแท่งเอส ที อาร์ 20 ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม เพื่อความสิ้นเปลืองพลังงานต่ำ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[10] ฝ่ายคุณภาพ บริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด (มหาชน) สาขาห้วยนาง. QC.WI.10.004: วิธีการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์หลังอันแท่ง. 2552.

[11] Satit Rodphukdeekul, Siriluck Liengprayoon, Vilai Santisopasri, Klanarong Sriroth, Frederic Bonfils, Eric Dubreucq and Laurent Vaysse. Effects of Smoking on Lipid Content, Macromolecular Structure and Rheological Properties of Hevea brasiliensis Sheet Rubber. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 2008; 42, 306-14.

ภาพประกอบ จ-5 เนื้อหาบทความนำเสนอวิชาการ หน้า 204

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายกฤษณ์ นวลจันทร์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5310121004

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
ศิลปศาสตรบัณฑิต (การจัดการทั่วไป)	มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา	2546

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

กฤษณ์ นวลจันทร์, เกริกชัย ทองหนู. 2555. การค้นหาปัจจัยการผลิตที่ส่งผลทำให้ผลิตเกิดจุดขาว ด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล กรณีศึกษา โรงงานยางแท่ง บริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสทรี จำกัด (มหาชน) สาขาห้วยนาง จังหวัดตรัง. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ครั้งที่ 4, 202 - 204, นครศรีธรรมราช, ประเทศไทย, 21 มิถุนายน 2555.