

การตรวจวัด DRC น้ำยางสดกับสารรักษาสภาพ NH₃(0.3%), TMTD:ZnO + NH₃ และ ZnO + NH₃ โดยวิธีวัดค่าการส่งผ่านทางแสง

อิทธิพล พจนสัจ^{1*}, จิราพร พจนสัจ²

¹สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร รหัสไปรษณีย์ 86160

²สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร รหัสไปรษณีย์ 86160

ผู้เขียนติดต่อ: อิทธิพล พจนสัจ E-mail: itipol.po@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การตรวจวัดในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการวัดค่า DRC ของน้ำยางสดกับสารรักษาสภาพ NH₃(0.3%), TMTD:ZnO + NH₃ และ ZnO + NH₃ โดยออกแบบอุปกรณ์การวัดด้วยวิธีวัดค่าการส่งผ่านทางแสง ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ 1. ถาดใส่ตัวอย่างน้ำยางสด ทำจากกระจกขนาด กว้าง 2.35 cm. ยาว 5.4 cm.หนา 2 cm. ประทับกับแผ่นอะครีลิกสีดำขนาดเดียวกัน เจาะวงกลมรัศมี 0.6 cm. เพื่อให้แสงทะลุผ่าน และ 2. กล่องการวัดแสง สำหรับใส่ถาดตัวอย่างน้ำยางสด เป็นแบบปิดทึบแสง ประกอบด้วย ตัวส่งและตัวรับแสง ความยาวคลื่น 615 nm. เมื่อใส่ถาดตัวอย่างน้ำยางสดในกล่องการวัดแสง แสงจะส่งผ่านไปยังตัวรับ ผลที่ได้เป็นแรงดันไฟฟ้า ผ่านวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล เพื่อนำข้อมูลการวัดที่ได้ไปประมวลผลด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ ในการวิจัยทำการเก็บข้อมูลทดลองน้ำยางสดกับสารรักษาสภาพต่างๆ โดยใช้วิธีการอบแบบมาตรฐาน กับ วิธีวัดค่าการส่งผ่านทางแสง ได้กราฟความสัมพันธ์ค่าการส่งผ่านทางแสงของน้ำยางสดกับสารรักษาสภาพที่ค่า DRC ต่างๆ

คำสำคัญ: DRC, Optical

Measuring the Dry Rubber Content of Rubber Latex with Preservatives NH₃(0.3%) , TMTD:ZnO + NH₃ , and ZnO + NH₃ by Using Optical Value

Itipol Potejanasaja^{1*}, Jiraporn Potejanasaja²

¹King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Prince of Chumphon Campus, Chumphon, Thailand 86160.

²King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Prince of Chumphon Campus, Chumphon, Thailand 86160.

Corresponding author: Itipol Potejanasaja. E-mail: itipol.po@kmitl.ac.th

Abstract

The objective of this research was to study the technique of measuring dry rubber content(DRC) of rubber latex with preservatives NH₃(0.3%) , TMTD:ZnO + NH₃ , and ZnO + NH₃ by using optical value. The methodology was conducted by designing measuring device based on optical value, consisting of 2 parts: 1). Sample tray which was made of 2.35 cm. wide, 5.4 cm. long, 2 cm. thick glass with similar size black acrylic sheet that was drilled into a 0.6 cm. radius circle to allow light penetration and 2). Light measuring box for a sample tray. It is an opaque box equipped with light transmitter and receiver with a 615 nm. wavelength. When a sample tray was put into the measuring box, light was passed to the receiver. The experimental results were represented in voltage through analogue to digital converting circuit. Data measured were then processed by the microprocessor. By conducting the research, the data were collected and latex was tested with various types of preservatives by using standard method and optical methods. The results were represented in graphical relationship between optical transmission of latex and preservatives at different DRC levels.

Keywords: DRC, Optical.

1. บทนำ

การหาปริมาณของสารบางอย่างที่ประกอบอยู่ในของเหลวโดยวิธีการทางแสงนั้น ได้มีการศึกษามานาน โดยเฉพาะในทางการแพทย์ที่ใช้ในงานในปัจจุบัน เช่น เครื่องวัดค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด

(Pulse Oximeter) จากภายนอกร่างกายโดยใช้แสงสองความยาวคลื่น คือ 660 nm. และ 800 nm. ส่งผ่านบริเวณปลายนิ้วมือหรือติ่งหู(Kinast 1999, Mendelson 2002, Ukawa et al. 1994) ซึ่งมี

ความสะดวก ใช้งานง่าย รวดเร็ว มีความละเอียดและความแม่นยำค่อนข้างสูง

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการตรวจวัด DRC โดยการวัดค่าทางแสงกับสารรักษาสภาพน้ำยาง (preservatives) เนื่องจาก เมื่อกรีตเอาน้ำยางออกจากต้นยาง จุลินทรีย์ในอากาศจะลงไปปะปนในน้ำยาง มีปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงที่ก่อให้เกิดกรดทำลายชั้นห่อหุ้มอนุภาคยาง ทำให้ยางจับตัวเป็นก้อน การเกิดลักษณะเช่นนี้จะช้าหรือเร็วเพียงใดขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น สภาพแวดล้อม อุณหภูมิ ความเสถียรของน้ำ พันธุ์ยาง เป็นต้น ดังนั้น เพื่อป้องกันน้ำยางจับตัวเป็นก้อนก่อนเวลาที่ต้องการ หรือเพื่อให้ น้ำยางอยู่ในสภาพของของเหลวตามที่ต้องการ จึงจำเป็นต้องเติมสารรักษาสภาพน้ำยาง ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกใช้สารรักษาสภาพน้ำยาง $NH_3(0.3\%)$, TMTD:ZnO + NH_3 และ ZnO + NH_3 โดยออกแบบอุปกรณ์การวัดด้วยวิธีวัดค่าการส่งผ่านทางแสง ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ 1. ถาดใส่ตัวอย่างน้ำยางสด ทำจากกระจก ขนาด กว้าง 2.35 cm. ยาว 5.4 cm.หนา 2 cm. ประคบกับแผ่นอะครีลิกสีดำขนาดเดียวกัน เจาะวงกลมรัศมี 0.6 cm. เพื่อให้แสงทะลุผ่าน และ 2. กล้องการวัดแสง สำหรับใส่ถาดตัวอย่างน้ำยางสด เป็นแบบปิดทึบแสง ประกอบด้วย ตัวส่งและตัวรับแสง ความยาวคลื่น 615 nm. เมื่อใส่ถาดตัวอย่างน้ำยางสดในกล้องการวัดแสง แสงจะส่งผ่านไปยังตัวรับ ผลที่ได้เป็นแรงดันไฟฟ้า ผ่านวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล เพื่อนำข้อมูลการวัดที่ได้ไปประมวลผลด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ ในการวิจัยทำการเก็บข้อมูลทดลองน้ำยางสดกับสารรักษาสภาพต่างๆ โดยใช้วิธีการออกแบบมาตรฐาน กับ วิธีวัดค่าการส่งผ่านทางแสง ได้กราฟความสัมพันธ์ค่าการส่งผ่านทางแสงของน้ำยางสดกับสารรักษาสภาพที่ค่า DRC ต่างๆ

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 กระบวนการเติมสารรักษาสภาพต่างๆ และการเจือจางน้ำยางสด

2.1.1 การเติมสารรักษาสภาพ NH_3

การเติมสารรักษาสภาพ NH_3 ลงไปในน้ำยางสด สามารถคำนวณปริมาณ NH_3 ที่ต้องการเติมได้ดังนี้

$$V_{NH_3} = \frac{A \times L}{D \times C} \quad (1)$$

เมื่อ V_{NH_3} คือปริมาตรแอมโมเนียที่ต้องเติมลงในน้ำยางสด หน่วยเป็น มิลลิลิตร

A คือความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำยางสด หน่วยเป็น กรัมต่อน้ำหนักน้ำยางสด

L คือปริมาณน้ำยางสดที่ต้องการเตรียม หน่วยเป็น กรัม

D คือความหนาแน่นของแอมโมเนีย หน่วยเป็น กรัมต่อมิลลิลิตร

C คือความเข้มข้นของแอมโมเนีย

2.1.2 สารรักษาสภาพระบบ ZnO + NH_3 หรือสารรักษาสภาพระบบ TMTD:ZnO + NH_3

สารรักษาสภาพ ZnO จะใช้ร่วมกับ NH_3 โดยนิยมใช้ปริมาณ NH_3 ร้อยละ 0.30 โดยน้ำหนักน้ำยางสด ร่วมกับ ZnO ร้อยละ 0.05 โดยน้ำหนักน้ำยางสด สามารถคำนวณปริมาณ ZnO ที่ต้องการเติมได้ดังนี้

$$V_{ZnO} = \frac{Z \times L}{C} \quad (2)$$

เมื่อ V_{ZnO} คือน้ำหนัก ZnO ที่ต้องเติมลงในน้ำยางสด หน่วยเป็น กรัม

Z คือความเข้มข้นของ ZnO ในน้ำยางสด หน่วยเป็น กรัมต่อน้ำหนักน้ำยางสด

L คือปริมาณน้ำยางสดที่ต้องการเตรียม หน่วยเป็นกรัม

C คือความเข้มข้นของ ZnO

2.1.3 การเจือจางน้ำยางสด

การเจือจางน้ำยางสด (International Organization For Standardization, 2005) คำนวณปริมาณน้ำกลั่นที่ต้องเติมเพื่อเจือจางน้ำยางสดให้ได้ปริมาณเนื้อยางแห้งที่ต้องการดังนี้

$$V = \frac{DRC_1 \times V_L}{DRC_2} - V_L \quad (3)$$

เมื่อ V คือปริมาตรน้ำที่ต้องเติมเพื่อเจือจางน้ำยาง หน่วยเป็นมิลลิลิตร

DRC_1 คือปริมาณเนื้อยางแห้งของน้ำยางสดเริ่มต้น

DRC_2 คือปริมาณเนื้อยางแห้งของน้ำยางสดที่ต้องการเจือจาง

V_L คือปริมาตรน้ำยางสดที่ต้องการเตรียม หน่วยเป็น มิลลิลิตร

โดยปริมาณการเติมสารรักษาสภาพยางดัง Table 1.

Table 1 Volume of preservation.

preservatives	concentration	Volume
NH_3	25 %	< 0.3 %w/w for Low Ammonia (LA) ≥ 0.6 %w/w for High Ammonia (HA)
ZnO + NH_3	25 % NH_3 , 50 % ZnO	ZnO+ NH_3 =0.05 %w/w + 0.3 %w/w
TMTD:ZnO+ NH_3	50 % TMTD TMTD:ZnO = 1:1	TMTD:ZnO+ NH_3 =0.025 %w/w + 0.2 ถึง 0.35 %w/w

2.1.4 การหาความเข้มข้นน้ำยาล้างมาตรฐาน(สถาบันวิจัยยาง, 2544)

ซึ่งตัวอย่างทดสอบ 10 g. เจือจางตัวอย่างทดสอบด้วยน้ำกลั่น ให้ได้ปริมาณของแข็งทั้งหมดประมาณร้อยละ 20 เดิมสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 10 % จำนวน 35 ml. ภายในเวลา 5 นาที ยางที่จับตัววางบนอ่างไอน้ำเป็นเวลาประมาณ 15-30 นาที จนได้เซรัมใส่ถ้ำเซรัมไม้ใส่ให้เต็มเอทธานอล 95% จำนวน 5 ml. ล้างด้วยน้ำพร้อมทั้งทดสอบความเป็นกรดของน้ำด้วยกระดาษลิตมัส จนกระทั่งกระดาษลิตมัสไม่เปลี่ยนสี กดยางจับตัวเพื่อไล่น้ำออก ให้ได้ความหนาไม่เกิน 2 ml. ล้างแผ่นยางด้วยน้ำไหลผ่านเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 นาที ปล่อยให้แผ่นยางหมาดก่อนอบแห้ง อบแผ่นยางที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งไม่มีจุดขาวทำให้เย็นในโถแก้วดูความชื้นประมาณ 30-45 นาที ซึ่งและบันทึกน้ำหนักปริมาตรของน้ำกลั่น คำนวณดังนี้

$$V_D = \frac{TSC \times W}{20} - W \quad (4)$$

เมื่อ V_D คือปริมาตรของน้ำกลั่นที่ใช้เจือจางน้ำยาง
 TSC คือปริมาณของแข็งทั้งหมด
 W คือน้ำหนักตัวอย่างทดสอบ (น้ำยางข้นหรือน้ำยางสด) หน่วยเป็นกรัม

$$\text{ร้อยละปริมาณเนื้อยางแห้ง} = \frac{m_L}{m_0} \times 100 \quad (5)$$

เมื่อ m_0 คือน้ำหนักตัวอย่างทดสอบ (น้ำยางข้นหรือน้ำยางสด) ก่อนอบ หน่วยเป็นกรัม

m_L คือน้ำหนักของแผ่นยางแห้ง หน่วยเป็นกรัม

โดยที่ผลการทดสอบสองซ้ำ ต่างกันได้ไม่เกินร้อยละ 0.1

2.2 กระบวนการเก็บผลเพื่อหาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นน้ำยาล้างกับค่าการวัดทางแสงกับสสารรักษาสภาพต่างๆ

กฎของเบียร์ (Beer's law) มีใจความว่า เมื่อแสงที่มีความยาวคลื่นเดียวผ่านตัวกลางเนื้อเดียว สัดส่วนความเข้มของแสงที่ถูกตัวกลางนั้นดูดกลืนไว้จะแปรโดยตรงกับปริมาณของตัวกลางที่ดูดกลืนแสงนั้น เมื่อเราวัดการดูดกลืนแสงของสารละลาย ปริมาณความเข้มของแสงที่ถูกดูดกลืนจะขึ้นอยู่กับทั้งความเข้มข้นของสารละลายและความหนาของสารละลายที่ลำแสงต้องผ่านสามารถเขียนเป็นรูปสมการได้ดังนี้

$$A = \varepsilon(\lambda)cd \quad (6)$$

เมื่อ A คือการดูดกลืน

$\varepsilon(\lambda)$ คือสัมประสิทธิ์การดูดกลืนที่ขึ้นอยู่กับแต่ละความยาวคลื่นแสง

c คือค่าความเข้มข้นของสารละลายในตัวกลาง

d คือความยาวของตัวกลางที่แสงส่งผ่าน โดยทั่วไปในการวัดค่าความเข้มข้น มักใช้สมการในรูปของการส่งผ่านโดยสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$I = I_0 e^{-\varepsilon(\lambda)cd} \quad (7)$$

เมื่อ I คือความเข้มแสงที่ส่งผ่าน

I_0 คือความเข้มแสงที่ตกกระทบ

การออกแบบระบบวัดแสง ได้ผลความสัมพันธ์ของค่าความเข้มข้นน้ำยาล้างกับค่าการวัดทางแสงดัง Figure 1

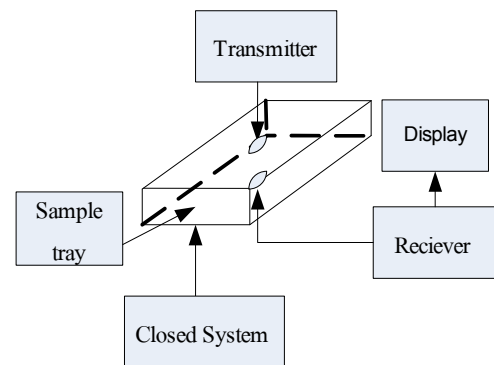


Figure 1 Measurement system.

ใช้แสงคลื่นความถี่เดียว 615 nm. ภาตใส่ตัวอย่างน้ำยาล้างสด ทำจากกระจกขนาด กว้าง 2.35 cm. ยาว 5.4 cm.หนา 2 cm. ประกอบกับแผ่นอะคริลิคสีดำขนาดเดียวกัน เจาะวงกลมรัศมี 0.6 cm.ดัง Figure 2 เพื่อให้แสงทะลุผ่าน กล้องการวัดแสง สำหรับใส่ภาตตัวอย่างน้ำยาล้างสด เป็นแบบปิดทึบแสง ประกอบด้วย ตัวส่งและตัวรับแสง เมื่อใส่ภาตตัวอย่างน้ำยาล้างสดในกล้องการวัดแสง แสงจะส่งผ่านไปยังตัวรับ ผลที่ได้เป็นแรงดันไฟฟ้า ทำการเก็บข้อมูลทดลองน้ำยาล้างสดกับสสารรักษาสภาพต่างๆ โดยใช้วิธีการออกแบบมาตรฐาน กับ วิธีวัดค่าการส่งผ่านทางแสง ได้กราฟความสัมพันธ์ค่าการส่งผ่านทางแสงของน้ำยาล้างสดกับสสารรักษาสภาพที่ค่า DRC ต่างๆ

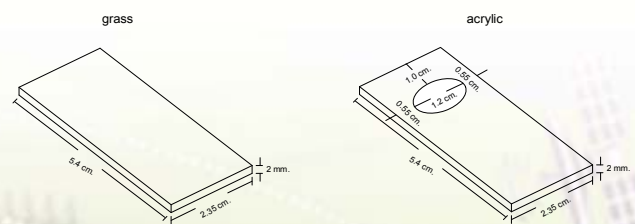


Figure 2 Sample Tray.

3. ผลและวิจารณ์

การวัดด้วยวิธีการส่งผ่านทางแสง นำภาตใส่ตัวอย่างน้ำยาล้างสดทำจากกระจกขนาด กว้าง 2.35 cm. ยาว 5.4 cm.หนา 2 cm. ประกอบกับแผ่นอะคริลิคสีดำขนาดเดียวกัน เจาะวงกลมรัศมี 0.6 cm. เพื่อให้แสง-ทะลุผ่าน ใส่ในกล้องการวัดแสง เป็นแบบปิดทึบแสง ประกอบด้วย ตัวส่งและตัวรับแสง ความยาวคลื่น 615 nm. เมื่อทำการวัดแสง แสงจะส่งผ่านไปยังตัวรับ ผลที่ได้เป็นแรงดันไฟฟ้า ผ่าน

วางรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล เพื่อนำข้อมูลการวัดที่ได้ไปประมวลผลด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ ในการวิจัยทำการเก็บข้อมูลทดลองน้ำยางสดกับสารรักษาสภาพต่างๆ โดยใช้วิธีการอบแบบมาตรฐาน กับ วิธีวัดค่าการส่งผ่านทางแสง ได้กราฟความสัมพันธ์ค่าการส่งผ่านทางแสงของน้ำยางสดกับสารรักษาสภาพที่ค่า DRC ต่างๆ ได้ผลการทดลองดังนี้

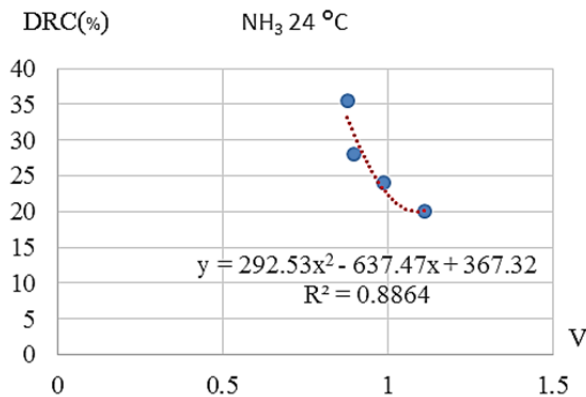


Figure 3 Optical Measurement (NH₃ 24 °C).

Figure 3 ผลการทดลองที่ได้ให้ผลเป็นไปตามสมการฟังก์ชัน exponential ของการส่งผ่านคลื่นแสงกับน้ำยางสดกับ NH₃ อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ที่ %DRC ต่างๆ กัน ได้สมการ $y = 292.53x^2 - 637.47x + 367.32$, $R^2 = 0.8864$

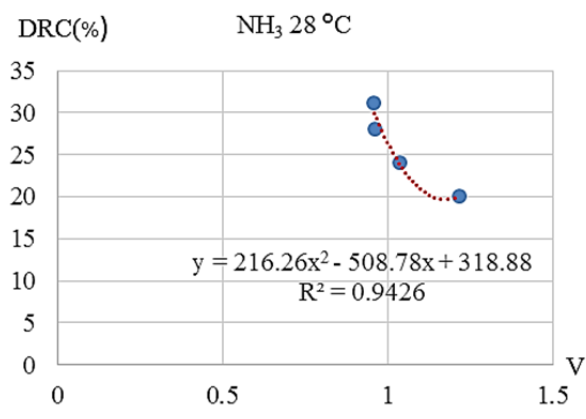


Figure 4 Optical Measurement (NH₃ 28 °C).

Figure 4 ผลการทดลองที่ได้ให้ผลเป็นไปตามสมการฟังก์ชัน exponential ของการส่งผ่านคลื่นแสงกับน้ำยางสดกับ NH₃ อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่ %DRC ต่างๆ กัน ได้สมการ $y = 216.26x^2 - 508.78x + 318.88$, $R^2 = 0.9426$

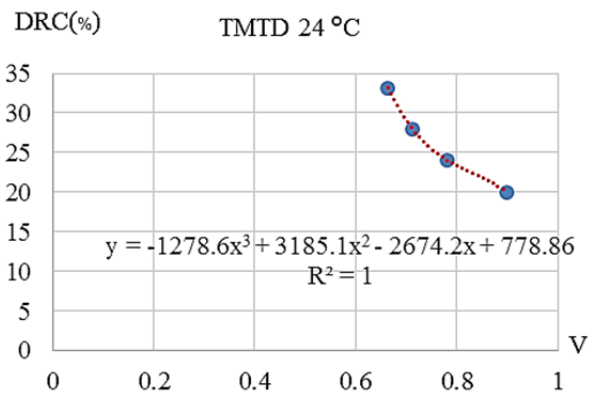


Figure 5 Optical Measurement (TMTD 24 °C).

Figure 5 การส่งผ่านคลื่นแสงกับน้ำยางสดกับ TMTD: ZnO อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ที่ %DRC ต่างๆ กัน ได้สมการ $y = -1278.6x^3 + 3185.1x^2 - 2674.2x + 778.86$, $R^2 = 1$

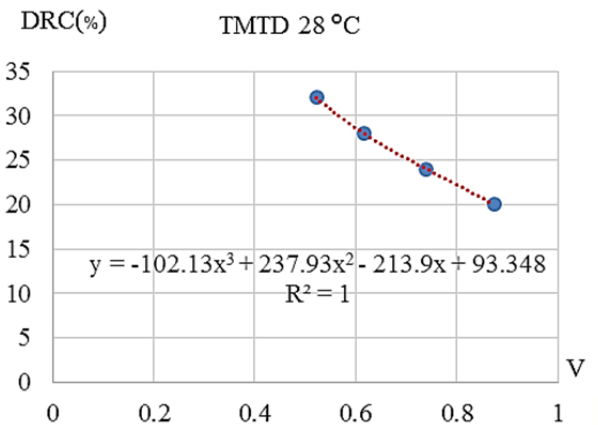


Figure 6 Optical Measurement (TMTD 28 °C).

Figure 6 การส่งผ่านคลื่นแสงน้ำยางสดกับ TMTD:ZnO อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่ %DRC ต่างๆ กัน ได้สมการ $y = -102.13x^3 + 237.93x^2 - 213.9x + 93.348$, $R^2 = 1$

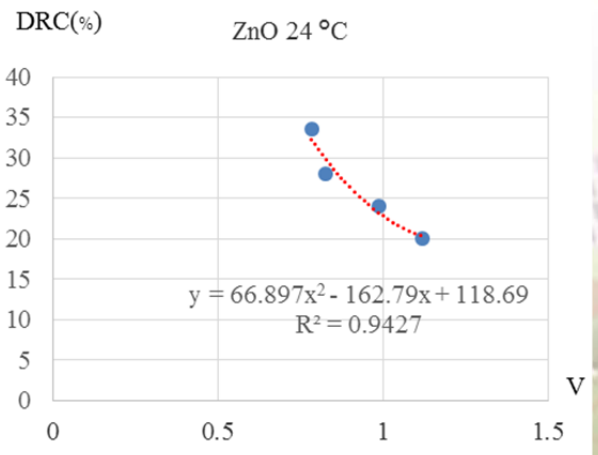


Figure 7 Optical Measurement (ZnO 24 °C).

Figure 7 การส่งผ่านคลื่นแสงน้ำยางสดกับ ZnO อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ที่ %DRC ต่างๆ กัน ได้สมการ $y = 66.897x^2 - 162.79x + 118.69$, $R^2 = 0.9427$

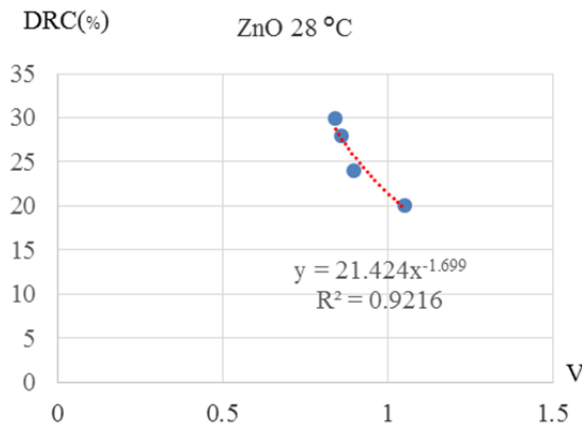


Figure 8 Optical Measurement (ZnO 28 °C).

Figure 8 การส่งผ่านคลื่นแสงกับน้ำยางสดกับ ZnO อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ที่ %DRC ต่างๆ กัน ได้สมการ $y = 21.424x^{-1.699}$, $R^2 = 0.9216$

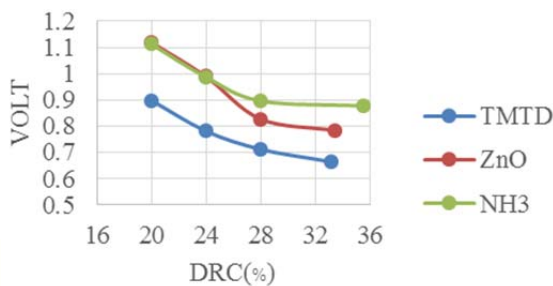


Figure 9 Optical Measurement (NH₃, TMTD, ZnO 24 °C).

Figure 9 แสดงการเปรียบเทียบการส่งผ่านคลื่นแสงกับน้ำยางสดกับ NH₃, TMTD : ZnO และ ZnO ที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ที่ %DRC ต่างๆ กัน

4. สรุป

จากผลการทดลองที่ได้ ค่าการส่งผ่านคลื่นแสงน้ำยางสดกับสารรักษาสภาพต่างๆ ให้ผลเป็นไปตามสมการฟังก์ชัน exponential กล่าวคือที่ค่า %DRC มาก การส่งผ่านคลื่นแสง(V) ได้น้อย และยิ่งขึ้นกับค่าอุณหภูมิอีกด้วย สำหรับการส่งผ่านคลื่นแสงน้ำยางสดกับ NH₃, TMTD : ZnO และ ZnO ที่อุณหภูมิเดียวกัน สารรักษาสภาพ NH₃ ส่งผ่านคลื่นแสงได้มากกว่า ZnO และ TMTD:ZnO ตามลำดับ จากข้อมูลที่ได้ทำให้ได้ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นน้ำยางสดกับค่าการวัดทางแสงกับสารรักษาสภาพต่างๆ ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการออกแบบเครื่องมือวัด

5. กิตติกรรมประกาศ

- ขอขอบคุณ บริษัทศรีตรังแอโกรอินดัสตรี จำกัด จังหวัดชุมพร
- ขอขอบคุณ อ.วรารักษ์ ขจรไชยกูล และคณะ
- ขอขอบคุณ การยางแห่งประเทศไทย
- ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร

6. เอกสารอ้างอิง

- สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 2544 .วิธีทดสอบน้ำยาง. พิมพ์ครั้งที่4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- Eric Kinast .Pulse Oximeter. US. Patent No.5995858, Nov. 30, 1999.
- Yitzhak Mendelson .Pulse oximeter and method of operation. US. Patent No.2002/0042558, Apr.11, 2002.
- Teiji Ukawa, Kazumasa Ito, Tadashi Nakayama .Pulse Oximeter. US. Patent No. 5355882, Oct.18, 1994.
- International Organization For Standardization. ISO126:2005 Natural rubber latex concentrateDetermination of dry rubber content. 2005.