

การเตรียมยางธรรมชาติกราฟต์ด้วยกรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซีติก และการประยุกต์ใช้ ในการเป็นสารเร่งน้ำยาง

Preparation of Natural Rubber Grafted with 2, 4-Dichlorophenoxyacetic Acid and Its Application for Latex Stimulant

กาซีมะ ลาเต๊ะนีอริง^{1*}, ไพโรจน์ กลิ่นพิทักษ์² และอดิศัย รุ่งวิชานิวัดน์³

Kaseemah Latehnering^{1*}, Pairote Klainpituk² and Adisai Rungvichaniwat³

¹ ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตปัตตานี

¹ Department of Rubber and Polymer Science, Faculty of Science and Technology,
Prince of Songkla University, Pattani Campus.

² รองศาสตราจารย์ ดร., ภาควิชาวิทยาศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตปัตตานี

² Assoc.Prof.Dr., Department of Science, Faculty of Science and Technology,
Prince of Songkla University, Pattani Campus.

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

³ Asst. Prof. Dr., Department of Rubber and Polymer Science, Faculty of Science and Technology,
Prince of Songkla University, Pattani Campus.

* Corresponding author, E-mail: vkgfUt@hotmail.com

บทคัดย่อ

การกราฟต์ยางธรรมชาติด้วยโมเลกุลที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวเป็นวิธีการดัดแปลงทางเคมีของยางธรรมชาติเพื่อให้ได้ยางที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเตรียมยางธรรมชาติกราฟต์ด้วยกรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซีติกซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารเร่งการไหลของน้ำยางพารา ยางธรรมชาติกราฟต์ที่ได้ทำหน้าที่เป็นสารเร่งน้ำยางพอลิเมอร์ โดยยางธรรมชาติทำหน้าที่เป็นตัวค้ำจุน การทดลองทำได้โดยเริ่มแรกนำน้ำยางธรรมชาติมาทำการอ็อกซิเดชันด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และกรดฟอร์มิคที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นศึกษาปฏิกิริยาระหว่างยางอ็อกไซด์ที่ได้กับกรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซีติก โดยแปรปริมาณกรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซีติก ชนิดและปริมาณเกลือแอมโมเนียมคลอไรด์ ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา อุณหภูมิและเวลาในการทำปฏิกิริยา ศึกษาลักษณะโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ และหาปริมาณการเกาะติด โดยใช้เทคนิค FT-IR และ ¹H-NMR สภาวะที่เหมาะสม

ในการเกาะติด คือใช้กรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซิดิก 10 phr, tetrabutyl ammonium bromide 2 phr ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปริมาณการเกาะติดที่เหมาะสมเท่ากับร้อยละ 4.76 ในขั้นตอนสุดท้ายนำสารเร่งน้ำยางพอลิเมอร์ที่ได้ไปศึกษาการเร่งน้ำยางกับต้นยางพารา การศึกษาทำโดยเตรียมตัวอย่างขนาด 2x4 ซม. ติดหน้ายางเหนือรอยกรีดต้นยางพันธุ์ RRIM 600 จำนวน 10 ต้น ที่มี เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ขนาด เป็นเวลา 30 วัน ติดตามการผลิตน้ำยางโดยหาน้ำหนักของน้ำยาง ปริมาณของแข็ง ไฮดรอล ฟอสเฟต และ ซูโครส

จากการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักรยาง ปริมาณของแข็ง ไฮดรอล ฟอสเฟต และซูโครส เท่ากับ 83.41 กรัม, 62.10%, 0.5 mM, 8.37 mM และ 6.70 mM ตามลำดับ ในขณะที่ไม่ใช้สารตัวเร่งน้ำยางพอลิเมอร์เท่ากับ 78.42 กรัม, 53.36%, 0.46 mM, 2.02 mM และ 6.28 mM ตามลำดับ

คำสำคัญ: ยางธรรมชาติ ยางธรรมชาติอ็อกไซด กรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซิดิก สารเร่งน้ำยาง

Abstract

The grafting of natural rubber with specific property molecules is a chemical modification method for obtaining some required properties of natural rubber. The objective of this research was to prepare the natural rubber grafted with 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D), a latex stimulant property, for obtaining the polymeric stimulant with natural rubber act as stimulant supporter. The experiment was first performed by epoxidation of natural rubber latex with hydrogen peroxide and performic acid at 60°C for 5 hr. The reaction of epoxidation natural rubber (ENR) obtained with 2,4-D was further investigated by varying 2,4-D content, types and content of quaternary ammonium salt catalysts, temperature and reaction times. The various specimen were characterized using FT-IR and ¹H-NMR techniques. The maximal grafting at 2,4-D on to natural rubber was 4.76% using 10 phr 2,4-D and 2 phr tetrabutyl ammonium bromide at 60°C for 2 hr. Finally, the polymeric stimulant obtained was applied for natural rubber trees. The study was performed by preparing the specimen (2x4 cm) and putting upper tapping of 10 rubber trees clone RRIM 600 with three diameter sizes.

The experiments were monitored in the period of 30 days and determined the average weight of latex, total solid content, thiol, phosphate and sucrose. It was 83.41 g, 62.10%, 0.50 mM, 8.37 mM and 6.70 mM, whereas the control was 78.42 g, 53.36%, 0.46 mM, 2.02 mM and 6.28 mM, respectively.

Keywords: Natural rubber, Epoxidized rubber, 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid, Latex stimulant

บทนำ

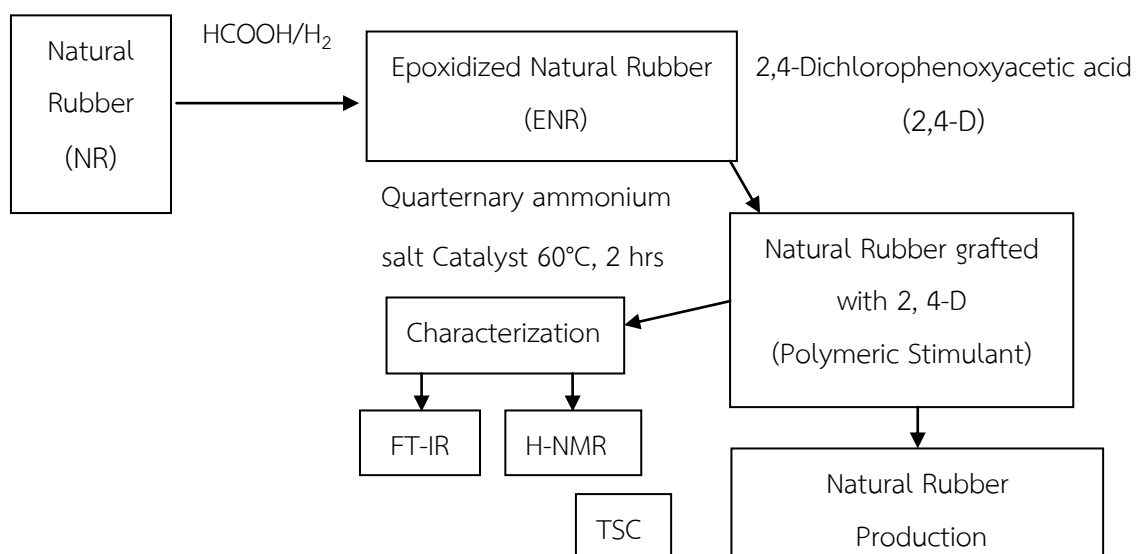
ยางพาราหรือยางธรรมชาติเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทยที่ทำรายได้มหาศาลให้กับประเทศ ประเทศไทยผลิตยางธรรมชาติเป็นอันดับหนึ่งของโลก (สถาบันวิจัยยาง, 2549) การศึกษาการใช้สารเร่งน้ำยางจากกรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซีติก (2,4-D) โดยตรงต่อการให้เร่งปริมาณการไหลของน้ำยาง โดยพบว่าประสิทธิภาพใกล้เคียง Ethrel ซึ่งเป็นสารเร่งน้ำยางที่ใช้กันทั่วไป (อาริยา และคณะ, 2553) และมีรายงานว่าผลผลิตของน้ำยางเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกัน เมื่อใช้ 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D), 1-naphthylacetic acid (NAA) และ methoxone ทำให้บริเวณที่กรีดยางโดยขูดเปลือกยางที่ทายากระตุ้นก่อนการกรีดยาง มีการแนะนำว่าควรจะทากระตุ้นทุก ๆ 4 เดือน การฉีด 2,4-D ด้วยเข็มเข้าที่ลำต้นประมาณ 2-3 กรัมก็จะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันแต่จะทำให้เปลือกยางเสีย (Chapman, 1951)

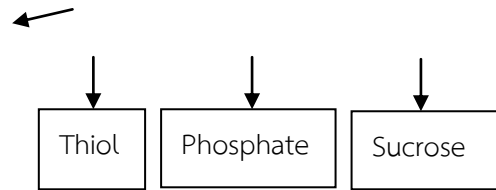
เนื่องจากยังไม่มีรายงานการใช้สาร 2,4-D ในรูปที่ยึดติดกับพอลิเมอร์ งานวิจัยนี้จึงสนใจการสังเคราะห์สารเร่งน้ำยางจากอนุพันธ์กรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซีติกโดยใช้ยางธรรมชาติเป็นพอลิเมอร์ค้ำจุน นอกจากทำให้สารเร่งน้ำยางไม่สูญสลายไปในระหว่างการใช้ยังสามารถนำยางธรรมชาติไปใช้งานได้มากขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสังเคราะห์สารเร่งน้ำยางจากอนุพันธ์กรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซีติกโดยใช้ยางธรรมชาติเป็นพอลิเมอร์ค้ำจุน
2. เพื่อศึกษาการนำสารเร่งน้ำยางจากอนุพันธ์กรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซีติกไปใช้กับต้นยางพารา

แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิด





วิธีดำเนินการวิจัย

1. เตรียมยางธรรมชาติอิพอกไซด์จากน้ำยางธรรมชาติ

นำน้ำยางชั้น (60%DRC) มาเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 20% DRC เติม Terric N10 ปริมาณ 3 phr กวนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เติม 98% กรดฟอร์มิก 0.2 โมลต่อลิตร (4.69 กรัม) และ 35% ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.38 โมลต่อลิตร (18.46 กรัม) โดยกวนตลอดเวลาด้วยเครื่อง magnetic stirrer ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง (ไพโรจน์ และคณะ, 2542)

2. การเตรียมยางธรรมชาติกราฟต์ด้วยกรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซีติก (2,4-D)

2.1 ศึกษาผลของชนิดตัวเร่งปฏิกิริยา

นำน้ำยางธรรมชาติอิพอกไซด์ไปปรับ pH ให้เป็นกลาง โดยใช้สารละลาย 5%NaOH เติมสารตัวเร่งปฏิกิริยา คือ benzyltrimethyl ammonium bromide, dodecyl trimethyl ammonium bromide, cetyltrimethyl ammonium bromide และ tetrabutyl ammonium bromide 2 phr เติม 2,4-D 10 phr ในสัดส่วนโดยโมลต่อโมล ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จับตัวสารผสมปฏิกิริยาด้วยเมทานอล แยกผลิตภัณฑ์แล้วไปทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 50°C

2.2 ศึกษาปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยา

นำน้ำยางอิพอกไซด์ที่เป็นกลางแล้วผสมกับ 2,4-D ผสมกับตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมในข้อ 2.1 โดยเปลี่ยนความเข้มข้นของตัวเร่งปฏิกิริยาจาก 1 phr เป็น 2, 3 และ 4 phr ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จับตัวสารผสมปฏิกิริยาด้วยเมทานอล แยกผลิตภัณฑ์แล้วไปทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 50°C

2.3 ศึกษาปริมาณของสาร 2,4-D

นำน้ำยางอิพอกไซด์ที่เป็นกลางแล้วผสมกับ 2,4-D ผสมกับตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมในข้อ 2.1 โดยเปลี่ยนความเข้มข้นของสาร 2,4-D จาก 10 phr เป็น 6, 8 และ 12 phr ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จับตัวสารผสมปฏิกิริยาด้วยเมทานอล แยกผลิตภัณฑ์แล้วไปทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 50°C

2.4 ศึกษาผลของอุณหภูมิ

นำน้ำยางอิพอกไซด์ที่เป็นกลางแล้วผสมกับ 2,4-D ผสมกับตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมในข้อ 2.1 โดยเปลี่ยนอุณหภูมิจาก 60°C เป็น 55, 65 และ 70°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จับตัวสารผสมปฏิกิริยาด้วยเมทานอล แยกผลิตภัณฑ์แล้วไปทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 50°C (ไพโรจน์ และคณะ, 2542)

2.5 ศึกษาผลของเวลา

นำน้ำยางอีพอกไซด์ที่เป็นกลางแล้วผสมกับ 2,4-D ผสมกับตัวเร่งปฏิกิริยาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในข้อ 2.1 และ 2.2 เป็นเวลา 1, 3, 5 และ 7 ชั่วโมง จับตัวสารผสมปฏิกิริยาด้วยเมทานอล แยกผลิตภัณฑ์แล้วไปทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 50°C

3. ศึกษาลักษณะของยางธรรมชาติกราฟต์ด้วยกรด 2,4-D

นำตัวอย่างยางแห้งไปศึกษาลักษณะโครงสร้างโมเลกุลโดยใช้ FTIR สเปกโทรสโกปี และ H-NMR สเปกโทรสโกปี หาแนวโน้มการเกาะติด (Relative Absorbance ratio) ของ 2,4-D บนโมเลกุลของยางธรรมชาติโดยเทคนิค FTIR จากความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\text{Relative Absorbance ratio} = \frac{A_{1750}}{A_{1375}}$$

A_{1750} และ A_{1375} คือการดูดกลืนแสงของ C=O และ -CH₃ ใน 2,4-D และในยางธรรมชาติตามลำดับ

หาร้อยละการเกาะติด (Add on) โดยเทคนิค ¹H-NMR สเปกโทรสโกปี ได้ดังนี้

$$\% \text{Add on} = \frac{I_{4.90}}{I_{4.90} + 2I_{2.70} + 2I_{5.10}} \times 100$$

$I_{2.70}$ = พื้นที่ใต้สัญญาณของโปรตอนติดกับหมู่อีพอกไซด์

$I_{4.90}$ = พื้นที่ใต้สัญญาณของ -OCOCH₂ ของ 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid

$I_{5.10}$ = พื้นที่ใต้สัญญาณของ =CH ของยางธรรมชาติ

4. ศึกษาการใช้ยางธรรมชาติกราฟต์ด้วยกรด 2,4-D กับต้นยางพารา

นำตัวอย่างขนาด 2x4 ซม. ไปติดเหนื่อรอยกรีดของหน้าต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600 จำนวน 10 ต้น โดยทำการทดลอง 3 วิธีการทดลอง (เส้นผ่านศูนย์กลางของต้นยาง 3 ขนาด) จำนวน 10 ซ้ำ ทั้งนี้ติดตัวอย่าง 1 วันก่อนการกรีด หลังจากกรีดนำน้ำยางพาราที่ได้มาชั่งน้ำหนักและหาปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total solid content, %TSC) ปริมาณไรออล ฟอสเฟต และหาน้ำตาลซูโครสในน้ำยาง โดยเปรียบเทียบกับกรณีไม่ได้ใช้สารเร่งน้ำยาง

การเก็บน้ำยางเป็นการเก็บน้ำยางแบบรวม (Pooled latex sampling) โดยเก็บน้ำยางจำนวน 10 หยดจากต้นยางแต่ละต้น จำนวน 10 ต้น แล้วเทรวมกันในห้องปฏิบัติการ ดูดน้ำยาง 1 มิลลิลิตรลงในขวดขนาดเล็กเพื่อหาค่า TSC และดูดน้ำยาง 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองที่มี 9 มิลลิลิตร



ของ 2.5%TCA 4.5 กรัม + 0.01%EDTA 4.5 กรัม เขย่าให้ยางจับตัว กรองตัวอย่าง สารละลายที่ได้ นำมาหาปริมาณไอโอดีน ฟอสเฟต และน้ำตาลซูโครส

การวิเคราะห์หา Total Solid Content (TSC)

ตูดน้ำยาง 1 มิลลิลิตรจากตัวอย่างน้ำยางที่เก็บได้ของแต่ละต้น ซึ่งน้ำหนักสดพร้อมภาชนะที่ใส่อบ น้ำยางที่อุณหภูมิ 70°C 24 ชั่วโมง ซึ่งน้ำหนักแห้งหลังอบ คำนวณหาค่า TSC จากสมการ

$$TSC (\%) = [(W_r - W_o) / (W_f - W_o)] \times 100$$

โดย $W_r =$ น้ำหนักยางหลังอบ + ภาชนะ

$W_f =$ น้ำหนักยางก่อนอบ + ภาชนะ

$W_o =$ น้ำหนักภาชนะ

การหาปริมาณไอโอดีน

ตูดน้ำยาง 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองที่มี 9 มิลลิลิตรของ 2.5%TCA+ 0.01%EDTA เขย่าให้ ยางจับตัว กรองตัวอย่างละลายที่ได้นำมาสังเคราะห์หาปริมาณไอโอดีน โดยการดูดสารละลายที่กรองได้ ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร เติม 0.5M Tris 1 มิลลิลิตรและเติม 20 mM DTNB 50 ไมโครลิตร ลงในหลอด ทดลองที่มีฝาปิด เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ 5 นาที ก่อนนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (OD) ที่ความยาวคลื่น 412 นาโนเมตรภายในระยะเวลา 30 นาที และทำการบันทึกผลข้อมูล (Jacob et al., 1989)

การปริมาณฟอสฟอรัส

ดูดสารละลายที่กรองได้ปริมาตร 500 ไมโครลิตร เติม 2.5%TCA 1 มิลลิลิตร และเติมสารละลาย ฟอสฟอรัส 3 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีฝาปิด เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ 5 นาที ก่อนนำไปวัดค่าการ ดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร และทำการบันทึกผลข้อมูล (Jacob et al., 1989)

การหาปริมาณน้ำตาลซูโครส

ดูดสารละลายที่กรองได้จากข้อ 1 ปริมาตร 100 ไมโครลิตร 2.5% TCA 400 ไมโครลิตร และ สารละลาย anthrone 3 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีฝาปิด เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นอุ่นสารละลายใน water bath ที่อุณหภูมิ 90°C นาน 10 นาที ทิ้งสารละลายไว้ให้เย็น นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความ ยาว 627 นาโนเมตร (Jacob et al., 1989)

ผลการวิจัย

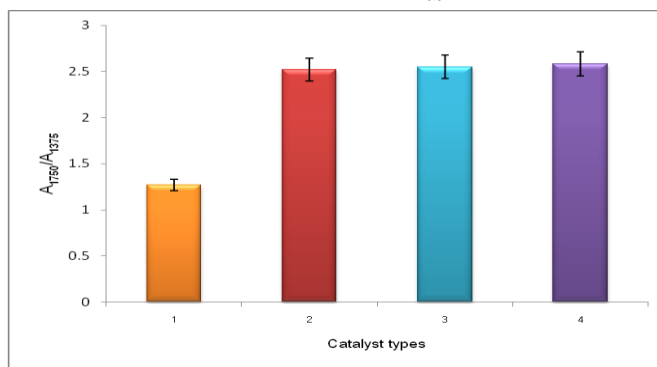
1. การเตรียมยางธรรมชาติเหลวอีพอกไซด์

ยางธรรมชาติเหลวอีพอกไซด์ที่เตรียมได้จากปฏิกิริยาอีพอกซิเดชัน ระหว่างน้ำยางชั้นกับกรดฟอร์มิคและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และนำไปศึกษาลักษณะโครงสร้างและหาปริมาณการเกาะติดด้วยเทคนิค FT-IR และ ¹H-NMR พบว่าได้ร้อยละ อีพอกซิเดชันเท่ากับ 37

2. การศึกษาปฏิกิริยาระหว่างยางธรรมชาติอีพอกไซด์กับกรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซีติกและการหาปริมาณการเกาะติด

2.1 ผลของสารตัวเร่งปฏิกิริยา

การศึกษาปฏิกิริยาของยางธรรมชาติอีพอกไซด์กับกรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซีติก โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดต่าง ๆ ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง การเกาะติดของกรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซีติกบนยางธรรมชาติเมื่อใช้สารตัวเร่งปฏิกิริยาแตกต่างกันแสดงในภาพประกอบที่ 1



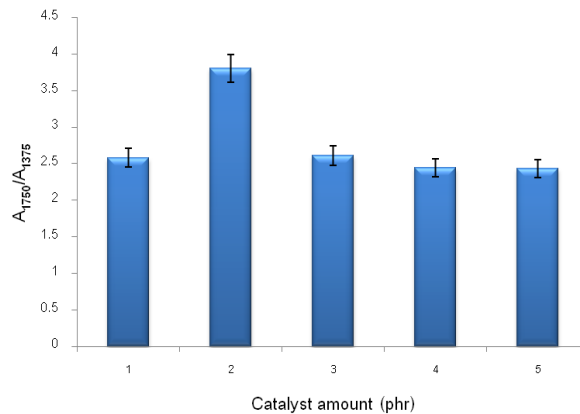
ภาพประกอบที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างแนวโน้มการเกาะติดของ 2,4-D บนยางธรรมชาติกับสารตัวเร่งชนิดต่าง ๆ

- Benzyltrimethyl ammonium bromide
- Dodecyl trimethyl ammonium bromide
- Cetyltrimethyl ammonium bromide
- Tetrabutyl ammonium bromide

จากภาพประกอบที่ 1 แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้ Tetrabutyl ammonium bromide ทำให้แนวโน้มการเกาะติดของ 2,4-D บนสายโซ่โมเลกุลของยางธรรมชาติได้ดีกว่าตัวเร่งชนิดอื่น ๆ คือเท่ากับ 2.58

2.2 ศึกษาปริมาณของตัวเร่ง

จากการศึกษาปริมาณของสาร 2,4-D ที่ระดับความเข้มข้น 1, 2, 3, 4 และ 5 phr และศึกษาลักษณะโครงสร้างของพอลิเมอร์ค้ำจุนด้วย 2,4-D โดยใช้ FT-IR สเปกโทรสโกปี แนวโน้มร้อยละการเกาะติด แสดงได้ดังภาพประกอบที่ 2

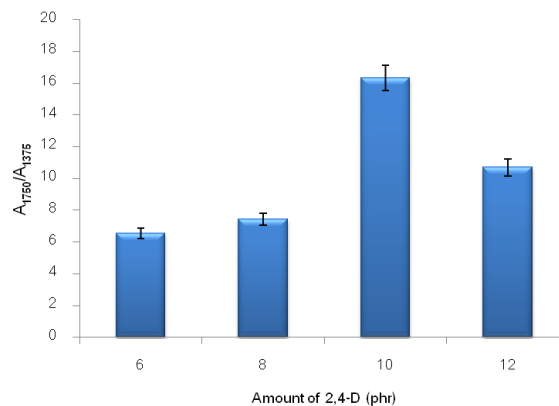


ภาพประกอบที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างแนวโน้มการเกาะติดของ 2,4-D บนยางธรรมชาติโดยใช้สารตัวเร่ง Tetrabutyl ammonium bromide ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

จากภาพประกอบที่ 2 พบว่า Tetrabutyl ammonium bromide ที่ 2 phr มีการเกาะติดของ 2,4-D บนสายโซ่โมเลกุลของยางธรรมชาติสูงสุด คือเท่ากับ 3.81

2.3 ศึกษาความเข้มข้นของสาร 2,4-D

จากการศึกษาความเข้มข้นของสาร 2,4-D ที่ระดับความเข้มข้น 4, 6, 8 และ 10 phr โดยใช้สารตัวเร่ง tetrabutyl ammonium bromide ที่ระดับความเข้มข้น 2 phr และศึกษาลักษณะโครงสร้างของพอลิเมอร์ คำจุนด้วย 2,4-D



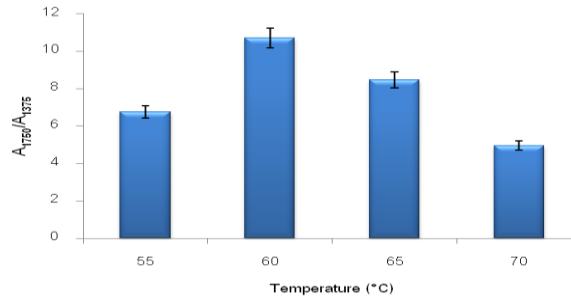
ภาพประกอบที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างแนวโน้มการเกาะติดของ 2,4-D ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ บนยางธรรมชาติโดยใช้สารตัวเร่งปฏิกิริยา Tetrabutyl ammonium bromide ที่ระดับความเข้มข้น 2 phr

จากภาพประกอบที่ 3 พบว่า เมื่อใช้ 2,4-D ระดับความเข้มข้น 10 phr มีแนวโน้มการเกาะติดของ 2,4-D บนสายโซ่โมเลกุลของยางธรรมชาติสูงสุด คือเท่ากับ 16.33



2.4 ศึกษาผลของอุณหภูมิ

ผลของอุณหภูมิต่าง ๆ โดยใช้ความเข้มข้นของ 2,4-D 10 phr และความเข้มข้นของ tetrabutyl ammonium bromide 2 phr แนวน้ำมันเปอร์เซ็นต์การเกาะติดของกรด 2,4- ไดคลอโรแอสีติก เพิ่มขึ้นสูงสุดที่อุณหภูมิ 60°C แนวน้ำมันการเกาะติดเท่ากับ 10.7 แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นคือ 65°C และ 70°C มีแนวโน้มลดลง การเกาะติดลดลง

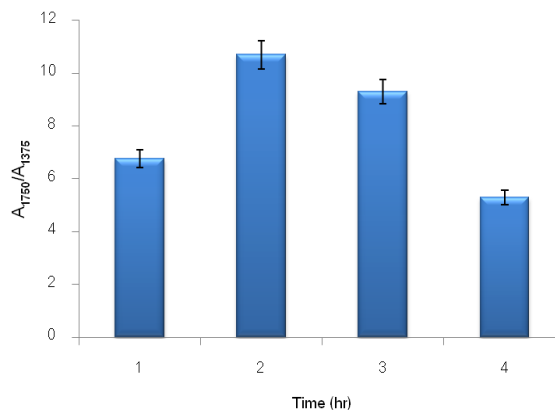


ภาพประกอบที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างแนวน้ำมันการเกาะติดของ 2,4-D บนยางธรรมชาติกับอุณหภูมิโดยใช้สารตัวเร่ง Tetrabutyl ammonium bromide ที่ระดับความเข้มข้น 2 phr

จากภาพประกอบที่ 4 พบว่าความเข้มข้นต่าง ๆ ของสาร 2,4-D ที่ระดับความเข้มข้น 10 phr โดยใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา Tetrabutyl ammonium bromide 2 phr โดยใช้อุณหภูมิที่ระดับต่าง ๆ พบว่าแนวน้ำมันการเกาะติดที่มากที่สุด คือ ที่อุณหภูมิ 60°C เท่ากับ 10.7

2.5 ศึกษาผลของเวลา

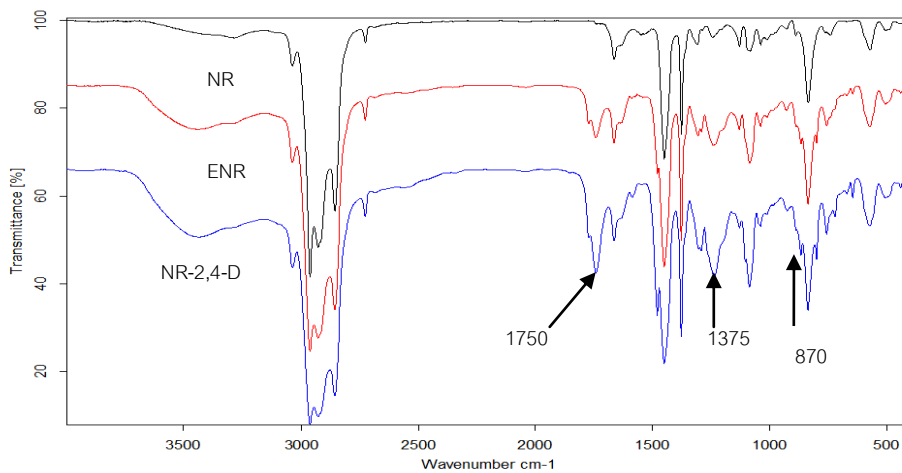
ผลจากการศึกษาปฏิกิริยาระหว่างยางธรรมชาติอีพอกไซด์กับกรด 2,4- ไดคลอโรแอสีติกต่อการเกาะติดที่เวลาต่าง ๆ แสดงในภาพประกอบที่ 5



ภาพประกอบที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างแนวโน้มการเกาะติดของ 2,4-D ที่ระดับความเข้มข้น 10 phr ใช้สารตัวเร่งปฏิกิริยา Tetrabutyl ammonium bromide ที่ระดับความเข้มข้น 2 phr อุณหภูมิ 60°C

จากภาพประกอบที่ 5 แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้ ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำให้การเกาะติดของ 2,4-D บนสายโซ่โมเลกุลของยางธรรมชาติที่ดีที่สุด คือเท่ากับ 10.7

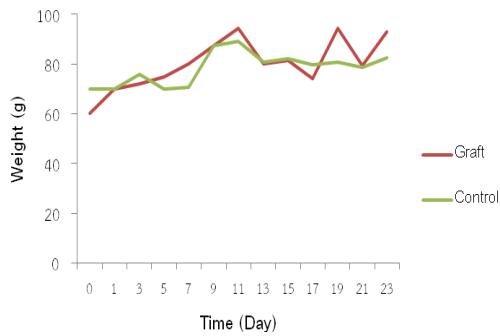
2.6 FT-IR สเปกโทรสโกปี



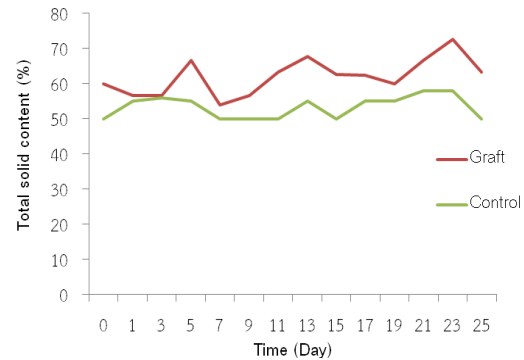
ภาพประกอบที่ 6 แบนด์การดูดกลืนแสงที่สำคัญของยางธรรมชาติ, ยางธรรมชาติอีพอกไซด์และยางธรรมชาติกราฟต์ด้วย 2,4-D จาก FT-IR

จากภาพประกอบที่ 6 ยางธรรมชาติอีพอกไซด์มีหมู่ฟังก์ชันอีพอกไซด์ โดยเห็นจากการปรากฏของแบนด์ที่ 870 cm⁻¹ (FT-IR) แสดงว่ายางธรรมชาติเกิดการอีพอกไซด์ชัน และหมู่ cis-double bond ปรากฏอยู่ แสดงว่ามีบางส่วนของสายโซ่โมเลกุลเป็นยางธรรมชาติ และยางธรรมชาติกราฟต์กับ 2,4-D ปรากฏแบนด์ที่ 1375 cm⁻¹ และ 1750 cm⁻¹ (FT-IR)

3.ศึกษาการใช้สารเร่งน้ำยางจากอนุพันธ์กรด 2,4-D กับต้นยางพารา

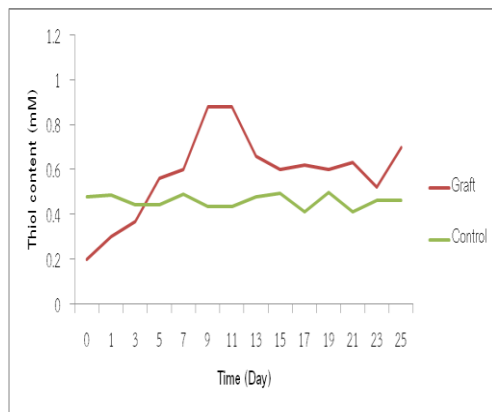


ภาพประกอบที่ 7 ผลของเวลาหลังการใช้สารเร่งน้ำยาง (NR-2,4-D) ต่อน้ำหนักยางพารา

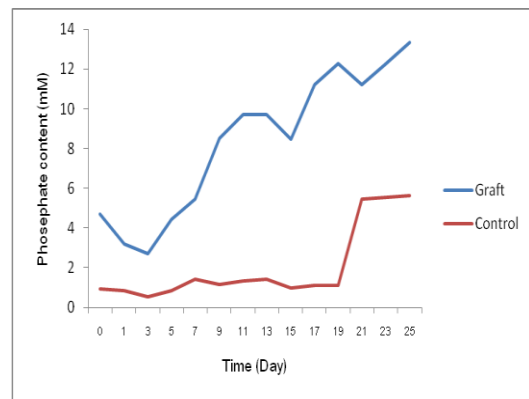


ภาพประกอบที่ 8 ผลของเวลาหลังการใช้สารเร่งน้ำยาง (NR-2,4-D) ต่อปริมาณของแข็งในน้ำยางพารา

จากภาพประกอบที่ 7 พบว่าปริมาณน้ำหนักรยางพาราเมื่อใช้สารเร่งน้ำยางมีค่าเฉลี่ย 83.41% ส่วนที่ไม่ได้ใช้สารเร่งน้ำยางมีค่าเฉลี่ย 78.42% จากภาพประกอบที่ 8 จากการทดลองเก็บน้ำยาง 30 วัน พบว่าปริมาณ TSC หลังการใช้สารเร่งน้ำยาง (NR-2,4-D) มีค่าเฉลี่ย 62.10 ส่วนที่ไม่ได้ใช้สารเร่งน้ำยางมีค่าเฉลี่ย 53.36



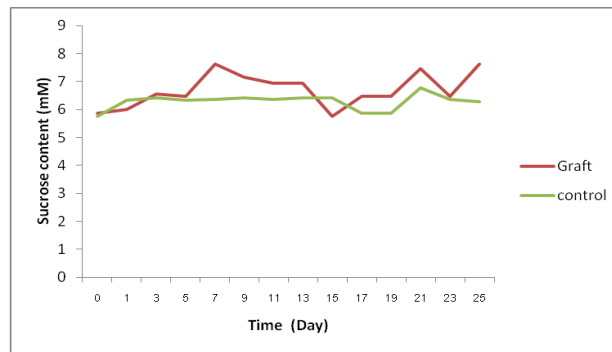
ภาพประกอบที่ 9 ผลของเวลาหลังการใช้สารเร่งน้ำยาง (NR-2,4-D) ต่อปริมาณไทออล



ภาพประกอบที่ 10 ผลของเวลาหลังการใช้สารเร่งน้ำยาง (NR-2,4-D) ต่อปริมาณฟอสเฟต

จากภาพประกอบที่ 9 พบว่าปริมาณฟอสเฟต หลังการใช้สารเร่งน้ำยาง (NR-2,4-D) มีค่าเฉลี่ย 8.37 mM ส่วนที่ไม่ได้ใช้สารเร่งน้ำยางมีค่าเฉลี่ย 2.02 mM

จากภาพประกอบที่ 10 พบว่าปริมาณไทออล หลังการใช้สารเร่งน้ำยาง (NR-2,4-D) มีค่าเฉลี่ย 0.58 mM ส่วนที่ไม่ได้ใช้สารเร่งน้ำยางมีค่าเฉลี่ย 0.46 mM



ภาพประกอบที่ 11 ผลของเวลาหลังการใช้สารเร่งน้ำยาง (NR-2,4-D) ต่อปริมาณซูโครส

จากภาพประกอบที่ 11 พบว่าปริมาณซูโครส หลังการใช้สารเร่งน้ำยาง (NR-2,4-D) มีค่าเฉลี่ย 6.70 mM ส่วนที่ไม่ได้ใช้สารเร่งน้ำยางมีค่าเฉลี่ย 6.28 mM

สรุปและอภิปรายผล

การเตรียมน้ำยางธรรมชาติมาทำการอิมพอกซิเดชันด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และกรดฟอร์มิก ที่อุณหภูมิ 60°C เวลา 5 ชั่วโมง จากนั้นศึกษาปฏิกิริยาระหว่างยางอิมพอกไซด์ที่ได้กับกรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซิดิก โดยแปรปริมาณ 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซิดิก ชนิดและปริมาณเกลือแอมโมเนียมจตุรภูมิ ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา อุณหภูมิและเวลาในการทำปฏิกิริยา ศึกษาลักษณะโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ และหาปริมาณการเกาะติด โดยใช้เทคนิค FT-IR และ ¹H-NMR สภาวะที่เหมาะสมในการเกาะติดคือใช้ 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีแอซิดิก 10 phr, tetrabutyl ammonium bromide 2 phr ที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปริมาณการเกาะติดที่เหมาะสมเท่ากับ 4.76 แล้วนำสารเร่งน้ำยางพอลิเมอร์ที่ได้ไปศึกษาการเร่งน้ำยางกับต้นยางพารา พบว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักรยาง ปริมาณของแข็ง ไธออล ฟอสเฟต และซูโครส เท่ากับ 83.41 กรัม, 62.10%, 0.5 mM, 8.37 mM และ 6.70 mM ตามลำดับ ในขณะที่ไม่ใช้สารตัวเร่งน้ำยางพอลิเมอร์เท่ากับ 78.42 กรัม, 53.36%, 0.46 mM, 2.02 mM และ 6.28 mM ตามลำดับ

ผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบการใช้สารเร่งน้ำยาง 2,4-D กับสารเร่งน้ำยาง 2.5% Ethrel (Njukeng and Gobina, 2007) พบว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักรยาง ปริมาณของแข็ง ไธออล ฟอสเฟต และซูโครส เท่ากับ 61.8 กรัม, 41.2%, 0.67 mM, 20.9 mM และ 16.5 mM และเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองชีวเคมีของยางพันธุ์แลกเปลี่ยน (นภาพรรณ และคณะ, 2544) พบว่า ค่าเฉลี่ยของไธออล ฟอสเฟต และซูโครส เท่ากับ 0.72 mM, 21.53 mM และ 4.76 mM เมื่อเปรียบเทียบกับผลของยากระตุ้นที่ใช้สารเร่งน้ำยาง 2,4-D (ไพโรจน์ และคณะ, 2540) พบว่าปริมาณน้ำหนักรยางมีค่าเท่ากับ 86.52 กรัม สำหรับข้อเสนอแนะ ควรเปรียบเทียบแบบการใช้สารเร่งน้ำยางแบบทา เพื่อดูปริมาณการเพิ่มขึ้นของน้ำยาง และศึกษาพันธุ์ยางชนิดอื่น ๆ เพื่อปรับปรุงพันธุ์ยาง

เอกสารอ้างอิง

นภาพรรณ เลขะวิวัฒน์, รัชณี รัตตวงค์ และอนุสร แรมลี. (2544) การศึกษาชีวเคมีของยางพันธุ์
แลกเปลี่ยนระหว่างประเทศในเขตภูมิอากาศที่ 1. ศูนย์วิจัยยางหนองคาย/
กลุ่มวิจัยและพัฒนาการผลิตยาง สถาบันวิจัยยาง.

ไพโรจน์ กลิ่นพิทักษ์, สมพร จันทเดช, อัมพล ลักษณะวิภาณชัย และอรสา ภัทรไพบุญชัย. (2540).
ผลของการใช้ยากระตุ้นต่อปริมาณเนื้อยางในน้ำยางพารา. วารสารยางและพอลิเมอร์. 3(1) :
37-38.

ไพโรจน์ กลิ่นพิทักษ์; ยินดี ศรียา และ ฮาสือเมาะ ดีอราโอะ. (2542). การปรับปรุงทางเคมีของยาง
ธรรมชาติเหลวโดยการเกาะติดของกรด 2,4-ไดคลอโรฟีนอกซีอะซิติก. วารสารยางและ
พอลิเมอร์. 3(1) : 34-43.

สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร (2549). สถิติยางประเทศไทย (หน้า 35 : 5.). กรุงเทพฯ ฯ.
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร.

อาริยา ผกากรอง, ภคมน จิตประเสริฐ, ศิริลักษณ์ เลี้ยงประยูร, เนตรดาว มุสิกมาศ และ
โลรองต์ เวสต์. (2553). สัมมนาวิชาการเรื่องอิทธิพลของสารเร่งเอทธิฟอนต่อคุณสมบัติ
ของยางธรรมชาติ. ใน เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ครั้งที่ 48 (หน้า 476-482). สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ ฯ.

Chapman, G.W. (1951). *Plant hormones and yield in Hevea brasiliensis*. Journal Rubber
Research Institute of Malaya. 13 : 167-176.

Jacob J. L., Prevot J. C. and Kekwick R.G.O. (1989). *General Metabolism of Hevea
brasiliensis Latex (with the Exception of Isoprenoid Anabolism)*. In physiology of
Rubber Tree Latex : 101 – 144.