

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การปรับแต่งยางธรรมชาติให้มีประจุ และการประยุกต์ใช้

Adaptation of charged natural rubber and its application

โดย

รศ. ดร. สอาด ริยะจันทร์



กโน

เลขหมู่	TS1892	756	2557
Bib Key	39A023 + CD		
	, 29 ม.ค. 2558,		

ทุนงบประมาณแผ่นดิน ปี 2556-2557

บทคัดย่อ

ยางธรรมชาติ (NR) เป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย โดยยางธรรมชาติถูกนำมาใช้งานได้หลากหลาย เช่น ยางรถยนต์ ถูยางอนามัย และผลิตภัณฑ์ทางการแพทย์ เนื่องจากยางธรรมชาติมีสมบัติเชิงกลที่ดี แต่ยางธรรมชาติมีข้อเสียคือ มีความเป็นขี้ดต่ำ ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ ปรับปรุงสมบัติความเป็นขี้ดของยางธรรมชาติ โดยนำยางธรรมชาติมาผ่านการตัดแปรรูปทางเคมี โดยกราฟต์ยางธรรมชาติกับพอลิอะคริลาไมด์ประจุบวกที่ผ่านการตัดแปรรูป (MCPAM) โดยขอบเขตของงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ ส่วนแรกเป็นการลดความหนืดของพอลิอะคริลาไมด์ประจุบวก (CPAM) ด้วยโพแทสเซียม เปอร์ซัลเฟต ($K_2S_2O_8$) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ความหนืดของ CPAM ลดลงตามอุณหภูมิและเวลาในการเกิดปฏิกิริยากับ $K_2S_2O_8$ กับ H_2O_2 เนื่องจากการแตกสลายของสายโซ่ CPAM ซึ่งส่งผลทำให้ความหนืดของ CPAM ลดลง ติดตามได้จากเครื่องวัดความหนืดแบบบรูคฟิลด์ ความหนืดต่ำสุดของการตัดแปรรูป CPAM (MCPAM) พบว่า การใช้ $K_2S_2O_8$ 0.5 g ร่วมกับ H_2O_2 2.5 g ทำให้ความหนืดของ MCPAM ต่ำสุดที่ 10 cps นอกจากนี้ MCPAM มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 4,000 g/mol โดยศึกษาจากเทคนิควิโคมิเตอร์ หลังจากการตัดแปรรูปทางเคมีของ MCPAM ได้นำ MCPAM มาประยุกต์ในการจับตัวน้ำยางธรรมชาติที่มีปริมาณเนื้อยางแห้ง (%DRC) ต่าง ๆ พบว่า MCPAM สามารถจับตัวน้ำยางธรรมชาติที่ %DRC ต่ำ ๆ ได้ดีกว่าการใช้กรดแอซิดิก ส่วนที่สองเป็นการกราฟต์ยางธรรมชาติกับ MCPAM (NR-g-MCPAM) โดยใช้ $K_2S_2O_8$ และ $Na_2S_2O_3$ เป็นตัวริเริ่มปฏิกิริยา ทำปฏิกิริยาที่ 70°C เป็นเวลา 5 ชั่วโมง และใช้ไดเมทิลไดอิลลิล แอมโมเนียม คลอไรด์ (DMAMMC) และบิวทิลอะไครเลต (BA) เพื่อเพิ่มหมู่ฟังก์ชันสำหรับ NR-g-MCPAM สภาวะที่เหมาะสมของ NR-g-MCPAM คือ ปริมาณ MCPAM 12 g $K_2S_2O_8$ 0.5 g $Na_2S_2O_3$ 0.5 g ปริมาณ DMAMMC 2 g และ BA 1 g จากสภาวะการกราฟต์นี้ มีเปอร์เซ็นต์การกราฟต์สูงสุด และเปอร์เซ็นต์การกราฟต์เท่ากับ 75% โครงสร้างทางเคมีของ NR-g-MCPAM ถูกตรวจสอบด้วยเทคนิค ATR-FTIR และเทคนิค solid state ^{13}C -NMR ซึ่ง FTIR สเปกตรัมของ NR-g-MCPAM มีเลขคลื่นปรากฏที่ 3034 cm^{-1} และ 1663 cm^{-1} เป็นการยึดแบบสมมาตรของหมู่ฟังก์ชัน NH_2 และหมู่ฟังก์ชัน $-C=O$ ใน MCPAM ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบเลขคลื่นที่ 834 cm^{-1} เป็นของหมู่ฟังก์ชัน C-H ของ *cis* C=C-H ใน NR และจากเทคนิค solid state ^{13}C -NMR ปรากฏสัญญาณเคมีคอลลิฟท์ของคาร์บอนิล คาร์บอน (carbonyl carbon) ใน MCPAM ที่ 185 ppm ในส่วนสุดท้ายเป็นการประยุกต์ใช้งาน NR-g-MCPAM โดยใช้เป็นสารเชื่อมขวางในพอลิเมอร์ผสม การดูดซับน้ำมัน พอลิเมอร์เมมเบรน และสารช่วยเร่งการคงรูปในยางธรรมชาติอีพอกซีไดซ์ (ENR) และ STR-5L จากการประยุกต์ใช้พบว่า NR-g-MCPAM สามารถเกิดการเชื่อมขวางได้ดีกับแป้งมันสำปะหลังตัดแปรรูป (MSt) ที่ตัดแปรรูปด้วยโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) และ H_2O_2 ประโยชน์ที่ได้จากพอลิเมอร์ผสม NR-g-MCPAM/MSt คือ ย่อยสลายทางชีวภาพได้โดยการฝังดิน และการดูดซับน้ำมันพบว่า NR-g-MCPAM ดูดซับน้ำมันได้ดีทั้งในตัวกลางที่เป็นน้ำมันและน้ำในน้ำ ซึ่งสังเกตได้จากน้ำหนักของ NR-g-MCPAM ที่เพิ่มขึ้น ส่วนการประยุกต์ใช้ NR-g-MCPAM และพอลิเมอร์ผสม NR-g-MCPAM/MSt เป็นสารช่วยเร่งการคงรูปใน ENR ที่วัลคาไนซ์ด้วยกำมะถัน ติดตามได้จากเครื่อง MDR อัตราการคงรูปของ ENR เพิ่มขึ้น เมื่อ

ผสม ENR กับ NR-g-MCPAM และพอลิเมอร์ผสม NR-g-MCPAM/MSt นอกจากนี้ พบว่า ความต้านทานแรงดึง ระยะยืด ณ จุดขาด การต้านทานความร้อนที่ 90°C และความต้านทานต่อโอโซนของ ENR ที่คงรูปด้วยกำมะถันเพิ่มขึ้น และจากสมบัติข้างต้นส่งผลให้สามารถนำพอลิเมอร์ผสม NRSy/ENR ที่ได้มาใช้แทนยางสังเคราะห์ได้ ข้อดีของงานวิจัยนี้ยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและช่วยเพิ่มมูลค่าให้แก่ยางธรรมชาติและแป้งมันสำปะหลัง

Abstract

Natural rubber (NR), the main cash crop's Thailand, is widely used in a variety of applications such as tires, condoms, and medical products due to outstanding its mechanical properties. However, its disadvantage is low polarity. Therefore, the objective of this work was to improve the polarity of NR through chemical modification in which NR was grafted with modified cationic polyacrylamide (MCPAM). The scopes of this work were divided into 3 parts, as detailed following. In the first part, the reduction in viscosity of cationic polyacrylamide (CPAM) was carried out by using potassium persulphate ($K_2S_2O_8$) and hydrogen peroxide (H_2O_2) as a catalyst. The degree of viscosity of CPAM decreased as a function of temperature, reaction time, $K_2S_2O_8$ and H_2O_2 concentrations due to chain scission of CPAM but the viscosity of CPAM increased with increasing CPAM concentrations observing Brookfield viscometer. The lowest viscosity of modified CPAM (MCPAM) was found to be at $K_2S_2O_8$ 0.5 g and H_2O_2 2.5 g and its viscosity is roughly 10 cps. In addition, the molecular weight of MCPAM was 4,000 g/mol estimated from viscometer method. After chemical modification, it was applied to use a coagulant for NR latex having various dry rubber contents (%DRC). It is clear that MCPAM exhibits a better coagulant than that of acetic acid at low %DRC. In second part, NR latex was grafted with MCPAM (NR-g-MCPAM) by using $K_2S_2O_8$ and $Na_2S_2O_3$ as an initiator and both dimethyldiallyammonium chloride (DMAMMC) and butyl acrylate (BA) a functional group agent at $70^\circ C$ for 5 h to form NR-g-MCPAM. The optimum conditions of NR-g-MCPAM was found at 12 g MCPAM, 0.5 g $K_2S_2O_8$, 0.5 g $Na_2S_2O_3$, 2 g DMAMMC and 1g BA 1 g. This condition gave the highest percentage of grafting and its %grafting was 75. The chemical structure of NR-g-MCPAM was confirmed by ATR-FTIR and solid state ^{13}C -NMR. The main wave number of graft copolymer was found at 3034 cm^{-1} and 1663 cm^{-1} due to NH_2 symmetric stretching and $C=O$ in MCPAM, respectively. In addition, the wave number at 834 cm^{-1} is C-H of cis $C=C-H$ in NR. The carbonyl carbon of MCPAM was reported to be at 185 ppm observing by solid state ^{13}C -NMR. In the last part, the NR-g-MCPAM was applied to use in a crosslinker for polymer blend, oil absorbent, polymer membrane and accelerates for vulcanization of epoxidized natural rubber (ENR) and STR-5L. The NR-g-MCPAM exhibits a good crosslinker for modified cassava starch (MSt) which was a modified with KOH and H_2O_2 . The advantage of this polymer blend was biodegradable in natural soil. The NR-g-MCPAM shows a good oil absorption from oil medium and artificial waste water observing from weight. Both NR-g-MCPAM and NR-g-MCPAM/MSt blend were a good accelerating for sulphur cured ENR observing moving die rheometer (MDR). The rate of vulcanization of ENR increased as a function of NR-g-MCPAM and NR-g-MCPAM/MSt blend content. In addition, the tensile strength, elongation at break, ageing at $90^\circ C$ and ozone resistance of sulphur cured ENR was also improved by addition of NR-g-MCPAM and NR-g-MCPAM/MSt. The resulting polymer will be expected to replace the

synthetic rubber. The advantages of this work are environmentally friendly and value-added natural rubber and cassava starch.