

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้สนใจศึกษาการดัดแปรยางธรรมชาติเป็นอะไครลามิโด ซัลโฟนิคแอซิดกราฟยางธรรมชาติ เพื่อการประยุกต์ใช้เป็นแผ่นจับโลหะหนักในสารละลาย ศึกษาโครงสร้างทางเคมีของกราฟโคพอลิเมอร์ ด้วยเทคนิค  $^1\text{H}$  NMR สเปกโทรสโกปี พบการปรากฏสัญญาณของกราฟโคพอลิเมอร์ที่ตำแหน่ง 1.58 ppm นอกจากนี้ยังได้ศึกษาผลของชนิดของตัวริเริ่มปฏิกิริยา สารปรับความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิ เวลา และ ปริมาณของ AMPs ต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยากราฟโคพอลิเมอร์ไรเซชัน จากผลการทดลองพบว่าปฏิกิริยา กราฟโคพอลิเมอร์สามารถเกิดได้ดีที่สุดมีค่าประมาณ 68% เมื่อใช้  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  เป็นสารริเริ่มปฏิกิริยา  $\text{NaHCO}_3$  เป็นสารปรับความเป็นกรดเป็นด่าง และใช้ AMPs ความเข้มข้น 100% โดยโมลของยางธรรมชาติ ที่อุณหภูมิ  $40^\circ\text{C}$  เป็นเวลา 4 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามกราฟโคพอลิเมอร์ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ยางธรรมชาติดัดแปรละลายน้ำ ได้เพิ่มขึ้น การตกตะกอนเนื้อยาง และการกำจัดพอลิอะไครลามิโด ซัลโฟนิคแอซิดไฮโปพอลิเมอร์ทำได้ยาก ขึ้น การศึกษาการดูดจับโลหะหนักจึงเลือกศึกษายางธรรมชาติดัดแปรที่มีปริมาณกราฟ 15% 25% และ 40% ตามลำดับ

ในการจับโลหะหนัก ( $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  and  $\text{Cr}^{3+}$ ) ในสารละลาย เรซินทางการค้า ยางธรรมชาติ และยางธรรมชาติดัดแปร (g1 – g4) ถูกใช้ในการศึกษา ทำการศึกษาประสิทธิภาพในการจับโลหะหนักด้วยเทคนิค FAAS โดยศึกษาผลของปริมาณพอลิอะไครลามิโด ซัลโฟนิค แอซิดที่กราฟบนยางธรรมชาติ เวลาในการจับ และความเข้มข้นของโลหะหนักในสารละลาย จากผลการทดลองพบว่าความสามารถในการจับไอออนของโลหะหนักเพิ่มขึ้นตามปริมาณกราฟโคพอลิเมอร์ที่เพิ่มขึ้น โดยเวลาที่เกิดการสมดุลของการแลกเปลี่ยนไอออนของโลหะหนักกับเรซินทางการค้า และยางธรรมชาติ/ยางธรรมชาติดัดแปร คือ 30 นาที และ 1 – 2 ชั่วโมง ตามลำดับ ไอโซเทอมของการจับสอดคล้องกับไอโซเทอมของ Freundlich ซึ่งแสดงถึงการเกิดการจับแบบหลายชั้น จากผลการทดลอง และข้อมูลของ Freundlich ไอโซเทอม พบว่าลำดับของการจับ คือ  $\text{Cd}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Cr}^{3+}$  และเมื่อพิจารณาค่าคงที่ที่แสดงถึงความสามารถในการจับแบบหลายชั้น ( $K_p$ ) ในการจับ  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  และ  $\text{Cr}^{3+}$  ของเรซินทางการค้า พบว่ามีค่าเท่ากับ 295.3, 60.7 และ 5.7 มิลลิกรัม ( $\times 10^{-3}$ )/กรัมของตัวจับ ในขณะที่ยางธรรมชาติดัดแปรที่มีประสิทธิภาพในการจับสูงสุด (g2) มีค่า  $K_p$  เท่ากับ 124.9, 84.1 และ 0.78 มิลลิกรัม ( $\times 10^{-3}$ )/กรัมของตัวจับ ตามลำดับ

## ABSTRACT

This research focuses on the preparation of modified natural rubber, by placing the sulfonic acid functional group on the main chain, with the aim to remove heavy metals from aqueous solution. The chemical structure of the graft copolymer was characterized by  $^1\text{H}$  NMR spectroscopy. It was found that the chemical structure of the grafted product was observed at 1.58 ppm. Furthermore, the effect of type of initiator, acidity-regulators, temperature, time and amount of acrylamido sulfonic acid monomer (AMPs) were studied. The maximum grafting content was about 68%, which was obtained under the optimum condition using  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  as initiator,  $\text{NaHCO}_3$  as acidity-regulators and 100% by mole of rubber of AMPS at  $40^\circ\text{C}$  after 4 h. Nonetheless, the increasing in graft copolymer resulted in high water solubility of modified natural rubber. Consequently, the precipitation of rubber and the removal of polyacrylamido sulfonic acid homopolymer were relatively difficult. For this reason, heavy metal uptakes of modified natural rubber with grafted contents of 15%, 25% and 40% were chosen respectively.

On the adsorption of heavy metals ( $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  and  $\text{Cr}^{3+}$ ) from aqueous solution, commercial resin, natural rubber (NR) and modified natural rubber (g1 – g4) were studied as adsorbents. The adsorption capacity of adsorbents was investigated by FAAS technique. To achieve the optimum adsorption conditions, the influence of the amount of polyacrylamido sulfonic acid (PAMPs) grafted onto natural rubber, time of adsorption and concentration of metal ion in aqueous solutions were studied. The results demonstrated that the ability of heavy metal adsorption increased with increasing in grafted amounts of copolymers. The adsorption equilibrium time of these heavy metals on commercial resin and natural rubber/modified natural rubber were 30 minutes and 1-2 hours, respectively. The isotherms of adsorption were fitted to the Freundlich isotherm model, demonstrating that the adsorption process might be multilayer adsorption. Based on the experimental data and Freundlich isotherm, the adsorption capacity was in the following sequence;  $\text{Cd}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Cr}^{3+}$ . The maximum Freundlich adsorption capacities ( $K_f$ ) of  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  and  $\text{Cr}^{3+}$  were obtained from commercial resin at 295.3, 60.7 and 5.7  $\text{mg} (\times 10^{-3})/\text{g}$ . While, the highest efficiency modified natural rubber (g2) was observed at 124.9, 84.1 and 0.78  $\text{mg} (\times 10^{-3})/\text{g}$ , respectively.