Abstract

Natural rubber (NR) from the *Hevea brasiliensis* tree is the main commercial feedstock for rubber and latex dipping industries. The particle of NR latex is presumed to be covered with some proteins and phospholipids deriving colloidal stability of NR latex. Therefore, the colloidal stability of the latex is believed to be extremely sensitive to pH as well as to the ionic environment of the dispersing medium. Previous work on particle microelectrophoresis has shown that the charge on the particle surface is derived mainly from carboxylic groups of long chain fatty acids (*ca.* 86%). On the other hand, freshly tapped field NR (FNR) latex from the tree is believed to be stabilized by proteins and phospholipids before hydrolysis sets in upon leaving the tree. However, an exact arrangement of the adsorbed proteins and phospholipids and the thickness of this adsorbed layer have yet to be successfully determined. Owing to this assumption, the proteins and phospholipids layer presenting on the surface of freshly tapped FNR particle is also presumed to mainly cause the irregular film formation behavior of the freshly tapped FNR latex. Therefore, to clarify these assumptions, firstly this work attempted to study and characterize the proteins and phospholipids in NR latex involving the colloidal stability by using scanning electron microscope (SEM), zeta potential analyzer and ^{1}H-NMR. Secondly, the arrangement of these proteins and phospholipids on the particle surface of a freshly tapped NR latex was studied by using phase contrast atomic force microscopy (AFM). Furthermore, in order to get a deep understanding on the effect of proteins and phospholipids layer presenting on the surface of FNR particle on film formation behavior of the FNR latex, film formation of deproteinized FNR (DP-FNR) and saponified FNR (SP-FNR) latices were investigated and compared with that of untreated FNR latex by using AFM. Based on the results, the highest stability of rubber particles was found at pH 9 and dominated the lowest zeta potential value. In addition, ^{1}H-NMR spectrum of saponified phospholipids removed from rubber particles revealed major signals, which is the important evidence to indicate that phospholipids associate to the rubber chain. Moreover, it was clearly observed a gray ring near the particle surface corresponding to the membrane layer derived from protein-lipid. The surface of the particles in freshly tapped FNR latex was proved to be distinctly different from that of a matured latex concentrate. Moreover, AFM images also show that rate of the freshly tapped FNR latex film formation was proposed to increase when the mixed protein and lipid layers were removed.

Keywords: natural rubber, proteins, phospholipids, field natural rubber latex

บทคัดย่อ

ยางธรรมชาติที่ได้จากต้นยางพาราพันธุ์ *Hevea brasiliensis* เป็นวัตถุดิบเชิงพาณิชย์สำหรับอุตสาหกรรมยางและการจุ่มน้ำยางที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย และนับจนปัจจุบันนักวิจัยหลายท่านเชื่อกันว่าอนุภาคของยางธรรมชาตินั้นถูกห่อหุ้มด้วยชั้นของโปรตีนและฟอสโฟไลปิดที่ช่วยในเรื่องของความเสถียรภาพของน้ำยาง ดังนั้น ความเสถียรภาพของน้ำยางนั้นจึงน่าจะมีความไวต่อค่าความเป็นกรดด่างและสภาพความเป็นไอออนของตัวกลางอย่างมาก จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับ micro electrophoresis ที่ผ่านมา พบว่าประจุที่อยู่บนผิวของอนุภาคส่วนใหญ่มาจากหมู่คาร์บอกซิลิคของกรดไขมันอิ่มตัวสายโซ่ยาว แต่อย่างไรก็ตาม ในกรณีของน้ำยางธรรมชาติที่กรีดใหม่ๆจากต้นนั้น ถูกเชื่อว่า อนุภาคของน้ำยางธรรมชาตินั้นถูกทำให้เสถียรด้วยชั้นของโปรตีนและฟอสโฟไลปิดตั้งแต่ก่อนที่จะถูกกรีดออกมาจากต้น แต่อย่างไรก็ตาม จนกระทั่งตอนนี้ การเรียงตัวของโปรตีนและฟอสโฟไลปิดที่ถูกดูดซับอยู่ที่ผิวและความหนาของชั้นโปรตีนและฟอสโฟไลปิดที่อยู่ที่ผิวของอนุภาคของยางธรรมชาตินั้น ยังไม่มีนักวิจัยท่านใดทำการศึกษาได้อย่างถ่องแท้ และเนื่องด้วยสมมติฐานนี้ จึงทำให้เราเชื่อว่าชั้นของโปรตีนและฟอสโฟไลปิดที่อยู่ที่ผิวของอนุภาคของน้ำยางที่กรีดใหม่ๆน่าจะเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดฟิล์มที่ไม่ปกติเหมือนยางสังเคราะห์อื่นๆ ดังนั้น เพื่อที่จะอธิบายสมมติฐานต่างๆนี้ให้ชัดเจน งานวิจัยนี้จึงพยายามที่จะศึกษาเกี่ยวกับโปรตีนและฟอสโฟไลปิดที่เกี่ยวข้องกับความเสถียรภาพของน้ำยางที่อยู่ในน้ำยางโดยใช้เทคนิค scanning electron microscope หรือ SEM และ zeta potential analyzer และ ^{1}H-NMR หลังจากนั้น ก็ได้ทำการศึกษาการเรียงตัวของโปรตีนและฟอสโฟไลปิดที่อยู่บนผิวของน้ำยางที่ถูกกรีดใหม่ๆ โดยใช้เทคนิค atomic force microscopy หรือ AFM นอกจากนั้นงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของโปรตีนปละฟอสโฟไลปิดที่อยู่บนผิวของอนุภาคของน้ำยางที่ถูกกรีดใหม่ๆต่อการเกิดฟิล์ม โดยเปรียบเทียบการเกิดฟิล์มของน้ำยางที่ถูกกรีดใหม่ๆที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการใดๆกับการเกิดฟิล์มของน้ำยางที่ถูกกรีดใหม่แต่ผ่านกระบวนการการแยกโปรตีน และฟอสโฟไลปิดออกแล้ว ด้วยเทคนิค AFM จากผลการทดลองที่ได้ พบว่า อนุภาคของน้ำยางธรรมชาตินั้นมีความเสถียรภาพมากที่สุดที่ค่าความเป็นกรดด่างประมาณ 9 และทำให้ค่า zeta potential นั้นมีค่าน้อยที่สุด นอกจากนั้น สเปกตรัม ^{1}H-NMR ของฟอสโฟไลปิดหลังจากถูกตัดและแยกออกมาจากอนุภาคของยางแสดงให้เห็นสัญญาณที่สำคัญที่บ่งบอกว่าฟอสโฟไลปิดเหล่านั้นมีการเชื่อมโยงกับสายโซ่ของยางธรรมชาติ ยิ่งไปกว่านั้น ภาพจาก SEM ยังแสดงให้เห็นวงแหวนสีเทาๆอยู่บริเวณใกล้ๆกับผิวของอนุภาคของยางธรรมชาติ ที่น่าจะสัมพันธ์กับชั้นเมมเบรนของโปรตีนและฟอสโฟไลปิด ผิวของอนุภาคของยางธรรมชาติที่ถูกกรีดใหม่ๆก็ยังถูกพิสูจน์ให้เห็นว่ามีความแตกต่างอย่างชัดเจนกับผิวของอนุภาคของยางธรรมชาติที่เสร็จสมบูรณ์นานแล้ว นอกจากนั้น ภาพจาก AFM ก็แสดงให้เห็นว่า อัตราความเร็วในการเกิดฟิล์มของน้ำยางที่ถูกกรีดใหม่จะเร็วขึ้นเมื่อชั้นของโปรตีนและฟอสโฟไลปิดนั้นถูกขจัดออกไป

คำสำคัญ: ยางธรรมชาติ โปรตีน ฟอสโฟไลปิด น้ำยางธรรมชาติที่ถูกกรีดใหม่