บทคัดย่อ

แคลเซียมอัลจิเนทไฮดรอกซิอะพาไทท์และยางพาราเป็นวัตถุดิบที่มีการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย ทั้งในการประยุกต์เพื่อการตรึงเอนไซม์และเพื่อชะลอหรือเพื่อควบคุมการปลดปล่อยของตัวยา โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการผสมแคลเซียมอัลจิเนทเข้ากับไฮดรอกซีอะพาไทท์ซึ่งเตรียมได้จากส่วนผสมทางเคมีแบบเปียกและน้ำยางพารา ทำการแบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 2 กลุ่มคือ แคลเซียมอัลจิเนท/ยางพารา และแคลเซียมอัลจิเนท/ไฮดรอกซีอะพาไทท์/ยางพารา โดยทำการแปรผันปริมาณของน้ำยางพารา ออกเป็น 5 ระดับได้แก่ 2.5%, 5%, 10%, 15% และ 20% จากการทดลองการเตรียมเม็ดเจลนาโนพบว่า ปริมาณน้ำยางพาราที่ไม่สามารถใช้ได้คือที่สัดส่วนปริมาตร 15% และ 20% เพราะจะทำให้เม็ดเจลนาโนที่ได้ลอยน้ำ

จากการทดสอบหาค่าความหนืดของสารละลายผสมทั้งหมดก่อนที่จะทำการขึ้นรูปเม็ดเจลนาโน พบว่า เมื่ออุณหภูมิของสารละลายผสมเพิ่มขึ้น ความหนืดของสารละลายจะลดลง จากนั้นได้ทำการทดสอบค่าความแข็งแรงและค่าความคงตัวของเม็ดเจลนาโน ผลปรากฏว่าการที่ผสมยางพาราลงไป 10% มีผลทำให้เม็ดเจลนาโนของทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าสูงที่สุด หลังจากนั้นทำการทดสอบค่าการดูดซับน้ำ พบว่าเมื่อมีการผสมยางพาราลงไป ค่าการดูดซับน้ำของตัวอย่างลดลงตามสัดส่วนของยางพาราที่เพิ่มขึ้น โดยค่าการดูดซับน้ำลดลงมากที่สุดที่ปริมาณของยางพาราเท่ากับ 10% ทั้งนี้เนื่องมาจากยางพาราดูดซึมน้ำได้น้อยมาก ซึ่งไปขัดขวางการดูดซับน้ำของเม็ดเจลนาโน และจากการใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และแบบส่องผ่านพบว่า เนื้อของยางพาราและแคลเซียมอัลจิเนทเข้ากันได้ดี แต่ไฮดรอกซีอะพาไทท์นั้นมีลักษณะเป็นแท่งคริสตัลอยู่ทั่วบริเวณ ซึ่งการผสมกันของสารดังกล่าวได้ถูกนำไปทดสอบด้วยเทคนิค Fourier Transform Infrared (FT-IR) เพื่อยืนยันการผสมกันจากการเปลี่ยนแปลงของพันธะเคมี ซึ่งพบว่าพันธะเคมีของยางพารามีการเปลี่ยนแปลงโดยมีลักษณะการย้ายตำแหน่ง

การทดสอบการตรึงเอนไซม์ พบว่าในการเปลี่ยนแปลงปริมาณยางพาราและอุณหภูมิ(40 และ 50 องศาเซลเซียส) ในระหว่างการขึ้นรูปเม็ดเจลนาโนนั้น ที่ปริมาณยางพาราและอุณหภูมิสูงพบว่าแทบจะไม่มีกิจกรรมของเอนไซม์เกิดขึ้น นั้นเป็นเพราะเมื่อยางพาราได้รับอุณหภูมิสูง ในขณะขึ้นรูปจะมีผลทำให้ยางพาราเกิดการขยายหรือพองตัวจนไปปิดรูพรุนภายในโครงสร้างของเม็ดเจลบีดจนหมด และทำให้ไม่พบกิจกรรมของเอนไซม์เกิดขึ้นซึ่งกรณีดังกล่าวกลับไม่พบในเมื่อมีการเติมไฮดรอกซิอะพาไทท์ลงไป ซึ่งสารดังกล่าวจะไปทำหน้าที่ในการขัดขวางการปิดกั้นรูพรุนของยางพารา ผลการศึกษาอาจกล่าวสรุปได้ว่าเม็ดเจลนาโนที่มีส่วนผสมของอัลจิเนท-ไฮดรอกซีอะพาไทท์และยางพารา มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการตรึงเอนไซม์เพื่อที่จะนำกลับมาใช้ใหม่เพราะสามารถคงประสิทธิภาพของเอนไซม์ได้มากกว่า 50% เมื่อผ่านการใช้งาน 8 ครั้ง

คำสำคัญ ไบโอพอลิเมอร์, ไฮดรอกซีอะพาไทท์, อัลจิเนท, เม็ดเจลนาโน

Abstract

Calcium alginate (CA) is applied to enzyme immobilization for prolonging enzymatic activity. In this study CA composite with hydroxyapatite (HA) was prepared by using a wet chemical method and then mixed with various Latex (LX) concentrations into groups of CA/LX and CA/HA/LX in various LX concentrations. LX solutions at 2.5%, 5%, 10%, 15% and 20% were used and it was found that between 15% and 20% of their beads were floating. Thus 2.5-10% LX with CA and CA/HA were used for the entire experiment. At the gel forming stage, all solutions showed decreased viscosity when the temperature was increased.

The viscosity results of mixture before forming to gel bead showed that as temperature increase the viscosity mixture was decrease. The results of a texture profile showed that both the strength and stability of the bead structure at 10% LX addition from each group of CA/LX and CA/HA/LX were higher than the control group. Bead swelling of 10% LX decreased because the LX's hydrophobic character obstructed the swelling of defective CA/LX and CA/HA/LX beads. Moreover, pH and temperature had an affect on the swelling of the beads. The morphology of all the groups was studied by SEM and TEM and it was found that the LX material was homogeneous in CA and CA/HA, and that the HA in CA/LX resulted in crystallization. The material was proved by the result of FT-IR analysis when it was found that the CA/LX and CA/HA/LX had changed the wave number at 1325-1380 cm^{-1} which was the character's bands of CH_2 from LX. The bands shifted towards a higher number of waves in the composite beads.

Immobilized enzyme was tested. It was found that the variation of LX most important result of the enzyme immobilization experiment was shown in the high concentration of LX at 40°C and 50°C at the gel forming stage. The LX in CA/LX was inflated and blocked the flow of the substrate. However, this did not occur in CA/HA/LX. It is possible that the HA in CA/HA/LX bead expanded the pores inside the beads, whereas the LX expansion was inadequate to seal the expanded pores. The results of reused immobilized beads showed no difference in the relative activity of each beads type but the suitable is CA/HA/LX because it can still relative activity of enzyme more than 50% after 8 cycles reused.

Keywords biopolymer, hydroxyapatite, alginate, nanobeads