พระบรมราชูปถัมภ์ สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาการถ่ายโอนไขพาราฟิน โพรพิลีนไกลคอล และสารอินทรีย์เข้าไปในยางธรรมชาติโดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวพา เพื่อช่วยให้ปริมาณการแทรกซึมของสารเข้าไปในยางมีมากขึ้น ใช้สมมติฐานที่ว่าคาร์บอนไดออกไซด์จะพาสารดังกล่าวแทรกตัวเข้าไประหว่างสายไอโซพรีนของยางธรรมชาติและทำให้ความต้านทานแรงดึงและการยืดออกเมื่อขาดของยางเปลี่ยนแปลงไป ผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 น้ำหนักโมเลกุลและการกระจายน้ำหนักโมเลกุลของยางธรรมชาติพันธุ์ต่าง ๆ

ยางธรรมชาติทั้ง 8 พันธุ์มีน้ำหนักโมเลกุล (Mw) ใกล้เคียงกันคือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.18×10^6 มีความเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.12×10^6 มีการกระจายน้ำหนักโมเลกุลเป็นแบบ unimodal เป็นยางที่มีความหนืดมูนนี่สูง สำหรับยางพันธุ์ BPM24 มีการกระจายน้ำหนักโมเลกุลเป็นแบบ unimodal เช่นกันแต่มีอัตราส่วน Mw/Mn ต่ำกว่ายางพันธุ์อื่นๆ นั่นคือยางพันธุ์ BPM24 เป็นยางที่มีขนาดโมเลกุลใกล้เคียงกันมากกว่ายางพันธุ์อื่นๆ

5.2 ผลของความดันและอุณหภูมิต่อสัดส่วนน้ำหนักคาร์บอนไดออกไซด์ต่อน้ำหนักยางทั้งหมด

ความดันของคาร์บอนไดออกไซด์มีผลต่อสัดส่วนน้ำหนักคาร์บอนไดออกไซด์ต่อน้ำหนักยางทั้งหมด โดยเมื่อความดันเพิ่มขึ้น สัดส่วนนี้จะเพิ่มขึ้น ส่วนอุณหภูมิมีผลต่อสัดส่วนน้ำหนักคาร์บอนไดออกไซด์ต่อน้ำหนักยางทั้งหมด ไม่มากนัก

5.3 การดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ต่อโมเลกุลของยางธรรมชาติ

คาร์บอนไดออกไซด์สภาวะเหนือจุดวิกฤตแทรกซึมเข้าไปในอนุภาคยางแล้วทำให้เกิดการพองตัวขึ้น เกิดระยะห่างระหว่างสายโมเลกุลมากขึ้น แต่ไม่ทำให้เกิดการขาดหรือการทำลายโมเลกุลยางให้สั้นลง โดยยางที่ดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์สภาวะเหนือจุดวิกฤตแล้วยังคงมีน้ำหนัก

โมเลกุลเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $1.18x10^6$ มีความเบี่ยงเบนเท่ากับ $0.04x10^6$ และการกระจายน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ย (Mw/Mn) เท่ากับ 5.56 มีความเบี่ยงเบนเท่ากับ 1.34

5.4 การบดยางด้วยเครื่องบดผสมยาง

การบดยางธรรมชาติพันธุ์ BPM24 ด้วยเครื่องบดยางแบบสองลูกกลิ้งที่เวลานานต่างๆกัน จะทำให้ยางมีความหนืดมูนนี่ลดลง น้ำหนักโมเลกุลลดลงและมีอัตราส่วน Mw/Mn ลดลงด้วย เนื่องจากการบดเป็นวิธีการเชิงกลที่ทำให้โมเลกุลยางมีขนาดสั้นลง โมเลกุลยางมีขนาดใกล้เคียงกันมากขึ้น การกระจายน้ำหนักโมเลกุลจะแคบลง โดยสัดส่วนโมเลกุลที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำจะมีมากขึ้นในขณะที่สัดส่วนโมเลกุลที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงจะลดลง

5.5 การถ่ายโอนสารอินทรีย์เข้าไปในยางธรรมชาติ ด้วยคาร์บอนไดออกไซด์สภาวะเหนือจุดวิกฤต

การทดลองการถ่ายโอนสารอินทรีย์เข้าไปในยางธรรมชาติ ได้ทดลองกับสารอินทรีย์หลายชนิด พบว่าไขพาราฟินสามารถแทรกซึมเข้าไปในยางธรรมชาติได้มากที่สุด คิดเป็นสัดส่วน 47 phr มีความต้านทานแรงดึงเพิ่มมากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 89 ของค่าเริ่มต้น และทำให้การยืดออกเมื่อขาดของยางลดลงคิดเป็นร้อยละ 82 ของค่าเริ่มต้น ส่วนโพรพิลีนไกลคอลนั้นสามารถแทรกซึมเข้าไปในยางธรรมชาติได้น้อยคิดเป็นสัดส่วน 1.4 phr ในภาวะเดียวกัน มีการยืดออกเมื่อขาดเพิ่มมากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 60 ของค่าเริ่มต้น เพราะโพรพิลีนไกลคอลจะแทรกซึมเข้าไปล้อมรอบที่ปลายสายไอโซพรีนที่เป็นไขมันและโปรตีน การที่มีโพรพิลีนไกลคอลที่ปลายสายไอโซพรีน ช่วยให้มีการยืดออกได้มากขึ้นก่อนที่จะขาด

5.6 ผลของความหนืดมูนนี่ต่อการถ่ายโอนไขพาราฟินและโพรพิลีนไกลคอล

การบดยางทำให้ความหนืดมูนนี่ของยางมีค่าลดลงและน้ำหนักโมเลกุลก็ลดลงด้วย เพราะสายไอโซพรีนของยางธรรมชาติถูกตัดให้สั้นลง สารจึงแทรกซึมเข้าไปในยางได้ง่ายขึ้น จากผลการทดลองพบว่าการบดยางเป็นเวลานาน 15 นาที เป็นช่วงเวลาที่เหมาะสม เพราะทำให้ความหนืดมูนนี่และน้ำหนักโมเลกุลของยางลดลงได้มาก

5.7 ไขพาราฟิน

1. ผลของความดันต่อปริมาณการแทรกซึมไขพาราฟิน

การทดลองแทรกซึมไขพาราฟินเข้าไปในยางธรรมชาติโดยมีคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวพาที่ความดันต่างๆตั้งแต่ 0-90 บาร์ อุณหภูมิ 59 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ผลการทดลองสรุปว่าคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความดันต่างๆไม่มีผลต่อปริมาณการแทรกซึมของไขพาราฟินเข้าไปในยางธรรมชาติ ไขพาราฟินแทรกซึมเข้าไปในยางได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวพา

2. ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณการแทรกซึมไขพาราฟิน

การทดลองแทรกซึมไขพาราฟินเข้าไปในยางธรรมชาติโดยมีคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวพาที่ความดัน 80 บาร์ อุณหภูมิ 59, 69 และ 79 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่างๆพบว่า อุณหภูมิมีผลต่อการแทรกซึมไขพาราฟินเพียงเล็กน้อย โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณการแทรกซึมไขพาราฟินเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการ

$$C_w = (0.5T - 107)\left[1 - erf\left(\frac{13.9}{\sqrt{t}}\right)\right]$$

เมื่อ C_w = ปริมาณการแทรกซึมของไขพาราฟินเข้าไปในยางธรรมชาติที่เวลาใดๆ (phr)

T = อุณหภูมิที่เกิดการแทรกซึม (เคลวิน)

และ t = เวลาในการแทรกซึม (วินาที)

3. ผลของปริมาณไขพาราฟินต่อความต้านทานแรงดึงและการยืดออกเมื่อขาด

การทดลองแทรกซึมไขพาราฟินเข้าไปในยางธรรมชาติที่อุณหภูมิ 59, 69 และ 79 องศาเซลเซียส สรุปว่าเมื่อปริมาณไขพาราฟินแทรกซึมเข้าไปในยางเพิ่มขึ้น ทำให้ยางมีความต้านทานแรงดึงเพิ่มขึ้น แต่จะมีการยืดออกเมื่อขาดลดลง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.8 โพรพิลีนไกลคอล

1. ผลของความดันต่อปริมาณการแทรกซึมโพรพิลีนไกลคอล

การทดลองแทรกซึมโพรพิลีนไกลคอลเข้าไปในยางธรรมชาติโดยมีคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวพา ที่ความดัน 0-90 บาร์ อุณหภูมิ 59 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ผลการทดลองสรุปว่า คาร์บอนไดออกไซด์ที่ความดันต่างๆมีผลต่อปริมาณการแทรกซึมของโพรพิลีนไกลคอลเข้าไปในยาง โดยเมื่อความดันสูงขึ้นปริมาณการแทรกซึมของโพรพิลีนไกลคอลเข้าไปในยางก็เพิ่มขึ้น

2. ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณการแทรกซึมโพรพิลีนไกลคอล

การทดลองแทรกซึมโพรพิลีนไกลคอลเข้าไปในยางธรรมชาติโดยมีคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวพา ที่ความดัน 80 บาร์ อุณหภูมิ 59, 69 และ 79 องศาเซลเซียส เวลาต่างๆพบว่า อุณหภูมิมีผลต่อปริมาณการแทรกซึมของโพรพิลีนไกลคอล โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณโพรพิลีนไกลคอลจะแทรกซึมเข้าไปได้มากขึ้น แสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการ

$$C_p = (0.1T - 21)\left[1 - erf\left(\frac{12.7}{\sqrt{t}}\right)\right]$$

เมื่อ C_p= ปริมาณการแทรกซึมของโพรพิลีนไกลคอลเข้าไปในยางธรรมชาติที่เวลาใดๆ (phr)

T = อุณหภูมิที่เกิดการแทรกซึม (เคลวิน)

และ t = เวลาในการแทรกซึม (วินาที)

3. ผลของปริมาณโพรพิลีนไกลคอลต่อความต้านทานแรงดึงและการยืดออกเมื่อขาด

การทดลองแทรกซึมโพรพิลีนไกลคอลเข้าไปในยางธรรมชาติที่อุณหภูมิ 59, 69 และ 79 องศาเซลเซียส ผลการทดลองสรุปว่า เมื่อปริมาณโพรพิลีนไกลคอลแทรกซึมเข้าไปในยางมากขึ้นจะไม่มีผลต่อความต้านทานแรงดึงของยาง แต่จะช่วยให้ยางมีการยืดออกเมื่อขาดสูงขึ้น และสำหรับการทดลองที่อุณหภูมิ 79 องศาเซลเซียส การยืดออกเมื่อขาดของยางจะคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อปริมาณโพรพิลีนไกลคอลเพิ่มขึ้น

5.9 ผลของอายุตัวอย่างต่อความต้านทานแรงดึงและการยืดออกเมื่อขาด

หลังจากทดลองการแทรกซึมไขพาราฟินและโพรพิลีนไกลคอลเข้าไปในยางธรรมชาติ โดยมีคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวพา ที่ความดัน 80 บาร์ อุณหภูมิ 59 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 60 นาทีแล้ว จากนั้นเก็บตัวอย่างไว้นาน 1, 5 และ 30 วัน จึงนำไปวัดความต้านทานแรงดึงและการยืดออกเมื่อขาด พบว่าความต้านทานแรงดึงและการยืดออกเมื่อขาดของยางไม่เปลี่ยนแปลงเมื่ออายุตัวอย่างมากขึ้น

5.10 การทำยางให้เป็นเม็ด

จากผลการทดลองสรุปว่า ยางที่มีไขพาราฟินแทรกซึมอยู่สามารถตัดเป็นเม็ดได้ง่ายกว่ายางธรรมชาติและยางที่มีโพรพิลีนไกลคอลแทรกซึมอยู่ โดยเม็ดยางที่ได้มีขนาดอยู่ในช่วง 1.8-7.5 มิลลิเมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย