หลักมหาวิทยาลัย สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสังเคราะห์บีดดูดซึมสไตริน คือ ปริมาณไมโนเมอร์ ผลของเวลาต่อการเกิดโพลิเมอร์แบบแขวนลอย ผลของสารแขวนลอย ผลของตัวทำเจือจาง ตัวยับยั้งปฏิกิริยาและศึกษาถึงกระบวนการสังเคราะห์โพลิเมอร์แบบแขวนลอยที่มีการเลี้ยงบีด รวมถึงศึกษาสมบัติของบีดที่สังเคราะห์ได้ เช่น พื้นที่ผิวจำเพาะ crosslink density ปริมาตรโพรง ความหนาแน่น อัตราส่วนการบวม เป็นต้น

5.1 การเกิดโพลิเมอร์แบบแขวนลอย

1. ผลของปริมาณไมโนเมอร์ต่อการเกิดโพลิเมอร์แบบแขวนลอยพบว่าถ้าปริมาณไมโนเมอร์ในระบบมากเกินไปทำให้ระบบมีความหนืดสูงมากซึ่งมีผลต่อการเกิดบีด โดยบีดเกิดได้ยากขึ้น แต่ถ้าปริมาณไมโนเมอร์น้อยเกินไปจะมีผลในทางตรงกันข้ามทำให้บีดมีขนาดเล็กลง ดังนั้น ในการสังเคราะห์โพลิเมอร์แบบนี้จำเป็นต้องใช้ปริมาณไมโนเมอร์ให้เหมาะสม นั่นคือ ต้องใช้ไมโนเมอร์ร้อยละ 7.5

2. ผลของเวลาต่อการเกิดโพลิเมอร์แบบแขวนลอย อุณหภูมิและเวลาเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อขนาดของบีด โดยถ้าสังเคราะห์ที่อุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานมีผลทำให้เกิดบีดได้ยากขึ้น เนื่องจากการเปลี่ยนอุณหภูมิมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าแรงตึงผิวระหว่างหยดไมโนเมอร์กับชั้นของสารละลายของน้ำ บีดจึงเกิดได้ยากขึ้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อสังเคราะห์บีดที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานบีดที่ได้จะมีขนาดเล็กเนื่องจากค่าแรงตึงผิวระหว่างหยดไมโนเมอร์กับชั้นของสารละลายมีค่าต่ำ ดังนั้น จึงต้องเลือกตารางเวลาให้เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ คือ สังเคราะห์ที่ 70°ซ. 3 ชม. และ 90°ซ. 3 ชม.บีดที่ได้มีขนาดใหญ่กว่า 10 เมชร้อยละ 92.28 ซึ่งเป็นขนาดใหญ่กว่าบีดก็ได้จากสภาวะอื่น ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ผลของสารแขวนลอยเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดบีดคือชนิดของสารแขวนลอย (HPMC) เพราะสารแขวนลอยเป็นสารที่ช่วยรักษาสมดุลของหยดไมในเมอร์ไว้ได้ ถ้าใช้ในปริมาณที่ไม่เหมาะสมมีผลทำให้เกิดบีดได้ยาก นอกจากนี้ ถ้ามีการเติมสารลดแรงตึงผิว (HEC) ซึ่งมีผลไปลดค่าแรงตึงผิวระหว่างหยดไมในเมอร์กับชั้นของสารละลายซึ่งทำให้บีดเกิดได้ดีขึ้น ดังนั้น จึงต้องใช้ปริมาณ HPMC และ HEC ให้เหมาะสมคือ ใช้ HPMC ร้อยละ 0.2 และ HEC ร้อยละ 0.114

4. ผลของตัวทำเจือจาง ตัวทำเจือจางมีผลต่อลักษณะภายในของบีดโดยตัวทำเจือจางทำหน้าที่ไปลดความเข้มข้นของไมในเมอร์ซึ่งมีผลต่อขอบเขตของการเกิดการเชื่อมขวางภายในและภายนอกของบีด ทำให้บีดที่ได้มีความพรุนมากขึ้น จากการทดลองพบว่าต้องเติมตัวทำเจือจางร้อยละ 0.006 จึงได้บีดที่มีสมบัติตามต้องการคือ มีพื้นที่ผิวจำเพาะมากขึ้นทำให้มีอัตราส่วนการบวมเพิ่มขึ้นด้วย

5. ตัวยับยั้งปฏิกิริยา ตัวยับยั้งปฏิกิริยามีผลต่ออัตราการเกิดไพลิเมอร์ จากเหตุผลดังกล่าว การเติมตัวยับยั้งปฏิกิริยาสามารถไปลดปัญหาที่การเกาะติดของไพลิเมอร์รอบใบพัดในระหว่างการเกิดปฏิกิริยาเป็นไพลิเมอร์ ดังนั้น ร้อยละของผลิตภัณฑ์จึงเพิ่มขึ้น จากการทดลองพบว่าต้องเติมตัวยับยั้งปฏิกิริยาร้อยละ 0.01 ลงในระบบทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 82.41

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์คือ สังเคราะห์ที่ 70°ซ. 3 ชม. และ 90°ซ. 3 ชม. โดยใช้ไมในเมอร์ร้อยละ 7.5 HPMC ร้อยละ 0.2 HEC ร้อยละ 0.114 และกรณีที่ต้องการเติมตัวทำเจือจางและตัวยับยั้งปฏิกิริยา ใช้ตัวทำเจือจางร้อยละ 0.006 ส่วนกรณีตัวยับยั้งปฏิกิริยาต้องเติมร้อยละ 0.01

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 <u>การเกิดไพลิเมอร์แบบแขวนลอยที่มีการเลี้ยงบีด</u>

การเลี้ยงบีดกระทำโดยนำบีดไปแช่ในสารละลายไมในเมอร์ ซึ่งมีผลทำให้บีดที่ได้มีขนาดใหญ่ขึ้น เนื่องจากการคายตัวของสารไช่ของไพลิเมอร์ ดังนั้น บีดจึงมีขนาดใหญ่ขึ้น แล้วนำบีดไปสังเคราะห์ในระบบซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

1. เวลาการเกิดไพลิเมอร์แบบแขวนลอยที่มีการเลี้ยงบีด เวลาเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อสมบัติของบีดที่เลี้ยง พบว่าบีดที่ใช้เวลาในการเลี้ยงนาน บีดที่ได้มีสมบัติด้อยกว่าบีดที่ใช้เวลา

ในการเลี้ยงสั้นเพราะก่อนการเลี้ยงบีดต้องแช่บีดในสารละลายไมโนเมอร์ ดังนั้น ไมโนเมอร์จะถูกดูดซึมเข้าไปในโพรงของบีด จากปรากฏการณ์นี้การเลี้ยงบีดเป็นเวลานานมีผลทำให้โพลิเมอร์มีโอกาสเกิดในโพรงและที่ผิวโพลิเมอร์ได้มาก เพราะฉะนั้น ปริมาตรโพรงของบีดลดลงทำให้ความสามารถในการดูดซึมลดลง และการเลี้ยงบีดที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานให้ผลเช่นเดียวกัน เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงค่า Half life ของตัวริเริ่มปฏิกิริยาสั้นลง

ดังนั้น สภาวะที่เหมาะสมในการเลี้ยงบีดคือ เลี้ยงที่ 70°ซ. 4 ชม.และ 90°ซ. 2 ชม.

2. จำนวนครั้งที่เลี้ยงบีด เมื่อนำบีดมาทำการเลี้ยงโดยวิธีเดิมซ้ำอีกทีหนึ่ง สมบัติในการดูดซึมของบีดลดลง เพราะโพลิเมอร์ที่เกิดขึ้นที่ผิวของบีดจะบีบให้โครงสร้างที่เป็นโพรงยุบตัวลง ผลที่ได้คือบีดมีความพรุนลดลง

5.3 ผลของตัวทำละลายต่อการดูดซึมของบีด

ความสามารถในการดูดซึมตัวทำละลายของบีดขึ้นกับความสามารถในการละลาย ถ้าค่าความสามารถในการละลายมีค่าสูง การดูดซึมตัวทำละลายก็มีประสิทธิภาพสูงขึ้น นอกจากนี้ ยังสามารถพิจารณาในด้านของความสามารถในการเกิดพันธะไฮโดรเจนของตัวทำละลาย โดยแบ่งตัวทำละลายออกเป็นสองกลุ่มดังนี้คือ

กลุ่มที่ 1 เกิดพันธะไฮโดรเจนได้ยาก ได้แก่ ไซรีน เบนซิน คลอโรฟอร์ม คาร์บอนเตตระคลอไรด์ และไดรคลอโรอีเทน

กลุ่มที่ 2 เกิดพันธะไฮโดรเจนได้ปานกลาง ได้แก่ อซิโทน เตตระคลอโรเอทิลีน และ เมทิลเอทิลคีโตน

จากการทดลองพบว่าตัวทำละลายในกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นสารที่ไม่มีขั้ว ถูกดูดซึมได้ดีกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 2 เพราะบีดที่เกิดจากสไตรีนเกิดการเชื่อมขวางกับไดไวนิลเบนซีนเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างแบบไม่มีขั้ว ดังนั้น ตัวทำละลายกลุ่มที่ 1 ถูกดูดซึมได้ดีกว่ากลุ่มที่ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.4 สมบัติของบีด

เมื่อเปรียบเทียบค่าพื้นที่ผิวจำเพาะกับความถ่วงจำเพาะ พบว่าถ้ามีค่าพื้นที่ผิวจำเพาะสูง บีดก็มีค่าความหนาแน่นต่ำ เพราะบีดมีโครงสร้างที่เป็นโพรงมากขึ้น ปรากฏการณ์ดังกล่าวจะมีผลต่อค่า crosslink density บีดมีโครงสร้างที่เป็นโพรงมากขึ้น การเกิดการเชื่อมขวางเกิดน้อยลง ทำให้ค่า crosslink density ลดลง

5.5 สมบัติการดูดซึมและการคายตัวทำละลายของบีด

5.5.1 สมบัติการดูดซึมตัวทำละลายของบีด

จากการศึกษาสมบัติการดูดซึมตัวทำละลายของบีดในแต่ละสภาวะ พบว่ามีแนวโน้มไปทางเดียวกันคือ การดูดซึมเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรก หลังจากนั้นการดูดซึมจะค่อยช้าลงจนคงที่ ปรากฏการณ์ดังกล่าว อธิบายได้ว่าในตอนแรกเมื่อตัวทำละลายถูกดูดซึมเข้าไปในโพรงของบีด สายโซ่ของโพลิเมอร์ที่มีการเชื่อมขวางจะเกิดการคายตัวทำให้บีดมีขนาดใหญ่ขึ้น แต่เมื่อเวลาผ่านไปนานโพลิเมอร์เกิดการคายตัวน้อยลง ทำให้อัตราการขยายตัวของบีดลดลงตาม อัตราการดูดซึมจึงลดลง

5.5.2 สมบัติการคายตัวทำละลายของบีด

จากการศึกษาการคายตัวทำละลายออกของบีด ปรากฏว่ามีแนวโน้มคล้ายการดูดซึมคือการคายเกิดอย่างรวดเร็วในช่วงแรกและช้าลงจนคงที่ในช่วงหลัง อธิบายได้ว่าในตอนแรกตัวทำละลายสามารถแพร่ไปในเนื้อของ substrate ได้เต็มที่ หลังจากนั้นเมื่อ substrate เริ่มอิ่มตัวไปด้วยตัวทำละลาย อัตราการคายตัวทำละลายของบีดก็เกิดช้าลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.6 ผลของจำนวนครั้งที่ใช้บีด

เมื่อนำบีดไปผ่านการดูดซึมหลาย ๆ ครั้งพบว่าการดูดซึมและการคายตัวทำละลายยังคงเป็นไปในลักษณะเดิม คือจะเกิดเร็วในตอนต้นและช้าลงในตอนหลังจนคงที่ ดังแต่พบว่าเมื่อนำบีดที่ผ่านการดูดซึมและการคายออกมาทดลองซ้ำ ปรากฏการณ์การดูดซึมและการคายออกของตัวทำละลายจะมีลักษณะคล้ายของเดิมและปรากฏการณ์ดังกล่าวจะเกิดขึ้นเร็วกว่าครั้งแรก เพราะสายโซ่ของโพลิเมอร์ได้รับการคลายตัวในตัวทำละลายที่ดี เมื่อนำบีดของโพลิเมอร์นี้มาใช้ซ้ำอีกในตัวทำละลายที่ดี ชนิดเดิมตัวทำละลายถูกดูดซึมและคายได้ดีขึ้นจึงเกิดเร็วขึ้น

5.7 ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่

กรณีที่ไม่มีการเติมตัวทำเจือจางและตัวบับบั้งปฏิกิริยา พบว่าถ้าอัตราส่วนการบวมเพิ่มขึ้นค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ก็มีค่ามาก เพราะค่าสัมประสิทธิ์การแพร่มากมีผลทำให้การแพร่ของตัวทำละลายไปในบีดเกิดเร็วขึ้น ดังนั้น เมื่อวัดรัศมีของบีดจะมีการเปลี่ยนแปลงเร็วทำให้มี $\Delta V/\Delta T$ ค่ามากขึ้น

กรณีที่มีการเติมตัวทำเจือจางและตัวบับบั้งปฏิกิริยา พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ในการแพร่แตกต่างไปจากกรณีแรก เพราะบีดที่ได้มีขนาดเล็กกว่ากรณีแรก และโครงสร้างภายในของบีดมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย คือ บีดมีความพรุนมากขึ้น แต่จากการที่บีดมีขนาดเล็กลง ทำให้การเปลี่ยนแปลงของรัศมีมีค่าน้อย ดังนั้น ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ที่คำนวณ จึงมีค่าน้อยลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อเสนอแนะ

1. ในการศึกษาการดูดซึมและการคายของตัวทำละลายอาจศึกษาโดยการใช้ตัวทำละลายผสม

2. ศึกษาการกระจายตัวของขนาดของโพรงข้างในบีด