หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

เอนไซม์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีราคาสูง และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในกระบวนการผลิตทางชีวภาพ นิยมใช้ในรูปที่ถูกตรึงเนื่องจากสาเหตุหลายประการดังต่อไปนี้ ประการที่หนึ่งคือเอนไซม์ที่ถูกตรึงรูปจะสามารถถูกนำกลับมาใช้ได้อีกและไม่สูญเสียไปกับสายขาออกจากถังปฏิกรณ์ ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้ ประการที่สองคือการตรึงรูปเอนไซม์เป็นการลดการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์ทำให้ขั้นตอนการแยกผลิตภัณฑ์ลดความยุ่งยากลงและนำไปสู่การลดต้นทุนการผลิต และประการที่สามคือเอนไซม์ที่ถูกตรึงรูปมักมีความเสถียรมากกว่าเอนไซม์อิสระทำให้สามารถใช้งานได้นานขึ้นและทนต่อสภาวะแวดล้อมที่รุนแรงได้มากขึ้น แต่ทั้งนี้เทคโนโลยีการตรึงเอนไซม์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นวิธีทางกายภาพหรือทางเคมีย่อมก่อให้เกิดปัญหาที่จะไม่พบในกรณีที่ใช้เอนไซม์อิสระซึ่งก็คือการเกิดความต้านทานอันเนื่องมาจากวัสดุพยุงต่อการถ่ายเทมวล(mass transfer)ของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ความต้านทานนี้จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับวิธีการตรึงหรือขนาดของวัสดุพยุงที่ใช้ ซึ่งหากอัตราการถ่ายเทมวลสารมีค่าต่ำกว่าอัตราการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ อัตราการผลิตก็จะถูกจำกัดด้วยอัตราการถ่ายเทมวลสารทำให้การผลิตมีอัตราที่ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น(เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ใช้เอนไซม์อิสระ) และเป็นการใช้เอนไซม์อย่างไม่มีประสิทธิภาพซึ่งเป็นข้อด้อยที่สำคัญของการตรึงเอนไซม์

จะเห็นได้ว่าการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมสำหรับเป็นตัวพยุงในการตรึงเอนไซม์มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น มีงานวิจัยที่นำเอาวิธีการต่าง ๆ มาใช้ในการตรึงเอนไซม์ ตัวอย่างเช่น ระบบไมโครอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน (watier-in-oil microemulsion) (Steinman และคณะ, 1986; Hochkoeppler และ Palmieri, 1992; Hedstrom และคณะ, 1992; Rao และคณะ, 1993) เพื่อแก้ปัญหาของการถ่ายเทมวลสารดังกล่าว แต่ระบบนี้ยังไม่สามารถนำมาใช้สำหรับกระบวนการผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้เนื่องจากปัญหาในแง่ของการปนเปื้อนของผลิตภัณฑ์ เมื่อไม่นานมานี้คณะนักวิจัยจากประเทศสวิสเซอร์แลนด์ (Watzke และ Dieschbourg, 1994) ได้เสนอผลงานการสังเคราะห์วัสดุชนิดใหม่เรียกว่า ซิลิกา-เจลาตินนาโนคอมโพสิตซึ่งเป็นวัสดุที่มีไมโครอิมัลชันของน้ำในน้ำมันเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน มีคุณสมบัติพิเศษคือเป็นวัสดุที่มีความพรุนสูงมีโครงสร้างคล้ายรังผึ้งและเส้นใย (filamentous structure) (Watzke และ Dieschbourg, 1994) และขนาดของรูพรุนอยู่ในระดับนาโนเมตร ซึ่งจะส่งผลให้มีพื้นที่การถ่ายเทมวลสารสูง ดังนั้นโครงงานวิจัยนี้จึงได้สนใจศึกษาการสังเคราะห์วัสดุซิลิกา-เจลาตินนาโนคอมโพสิต และศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เป็นพาหะสำหรับตัวเร่งปฏิกิริยาชีวภาพ

1 วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อศึกษาผลของปัจจัยสำคัญที่มีต่อคุณสมบัติของวัสดุประเภทซิลิกา-เจลาตินนาโนคอมโพสิต

1.2 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้วัสดุประเภทซิลิกา-เจลาตินนาโนคอมโพสิตเพื่อเป็นพาหะสำหรับตัวเร่งปฏิกิริยาชีวภาพ

2 ขอบเขตการศึกษา

2.1 ผลิตวัสดุชนิดใหม่ประเภทซิลิกา-เจลาตินนาโนคอมโพสิตซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้สารละลายรีเวอร์สไมเซลล์ของAOT/isooctane โดยศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อคุณสมบัติของวัสดุที่ผลิตได้ดังนี้

2.1.1 สภาพความเป็นกรด-ด่างที่ใช้ในการผลิต ได้แก่ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1 M สารละลายเบสแอมโมเนีย 1.0 M และ น้ำ

2.1.2 ปริมาณเจลาตินที่ใช้ในช่วง 1.6 ถึง 14 เปอร์เซนต์น้ำหนักโดยปริมาตรของสารละลาย

2.1.3 ศึกษาผลของความเข้มข้นของ TEOS โดยการแปรค่าอัตราส่วนโดยโมลของน้ำต่อTEOS (ค่า r) ตั้งแต่ 2 ถึง 20 ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อขนาดของรูพรุน ประสิทธิภาพในการเกิดปฏิกิริยาโซล-เจล พื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนมวลสาร ลักษณะโครงสร้างและความเสถียรต่อตัวทำละลายชนิดต่างๆ ของวัสดุชนิดนี้

2.2 ศึกษาคุณลักษณะของวัสดุประเภทซิลิกา-เจลาตินนาโนคอมโพสิต ได้แก่

2.2.1 ขนาดของรูพรุน (pore size) โดยอาศัยเทคนิคกล้องจุลทัศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM)

2.2.2 การแผ่ขยายพันธะเชื่อมขวางของอะตอมซิลิกอนภายในโครงข่ายของซิลิกาที่เกิดจากปฏิกิริยาโซล-เจล โดยใช้เทคนิค MAS^{29}SiNMR

2.2.3 พื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนมวลสารโดยเทคนิค BET

2.2.4 ลักษณะโครงสร้างของพื้นผิวภายนอกด้วยกล้องจุลทัศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

2.3 เลือกทำการตรึงเอนไซม์ในวัสดุประเภทซิลิกา-เจลาตินนาโนคอมโพสิตที่ผลิตได้อย่างเหมาะสมโดยศึกษา

2.3.1 ความสามารถในการทำงานของเอนไซม์ (enzyme activity) โดยทำการเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเบื้องต้น (initial rate) ของเอนไซม์ที่ถูกตรึงกับเอนไซม์อิสระ

2.3.2 การทดสอบความเสถียรของเอนไซม์ (enzyme stability) โดยการตรวจสอบความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ภายหลังจากที่ถูกเก็บไว้ในพาหะในระยะเวลาที่เหมาะสม

2.3.3 การทดสอบความสามารถในการกักเก็บเอนไซม์ของวัสดุตรึง โดยหลังจากการใช้งานเอนไซม์ตรึงรูปด้วยวิธีข้อ 2.3.2 แยกเอาเอนไซม์ตรึงรูปออกจากสารละลาย จากนั้นนำสารละลายที่เหลือไปทดสอบการเกิดปฏิกิริยาในถังปฏิกรณ์ชนิดกวน (stirred tank reactor) เก็บสารละลายตัวอย่างในช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมเพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณเอนไซม์ที่หลุดออกมาจากวัสดุตรึง

2.3.4 การทดสอบความเสถียรต่อตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ของวัสดุตรึง โดยนำวัสดุตัวอย่างที่เตรียมได้ในปริมาณที่เหมาะสมไปแช่ไว้ในตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ เช่น น้ำ และตัวทำละลายอินทรีย์หลายชนิด สังเกตลักษณะทางกายภาพของวัสดุ เช่น การพองตัว การละลายตัวหลังจากสัมผัสกับตัวทำละลายเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสม