



บทที่ 1

บทนำ

น้ำตาลกลูโคสเป็นสารทางชีวเคมีชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญมาก ไม่ว่าจะ เป็นงานทางด้าน การแพทย์ หรืองานทางอุตสาหกรรม ในทางการแพทย์จำเป็นจะต้องทำการวัดปริมาณน้ำตาล กลูโคสในเลือด เพื่อใช้ในการตรวจวินิจฉัย และบำบัดรักษาโรคเบาหวาน ในทางอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมอาหาร จำเป็นจะต้องทำการวัดปริมาณน้ำตาลกลูโคส เพื่อใช้ในการควบคุม คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้น

แต่เดิมการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลกลูโคสสามารถทำได้โดยการวัดสีที่เปลี่ยนแปลง ไปของรงควัตถุ ที่ใช้ร่วมในการทำปฏิกิริยา ระหว่างน้ำตาลกลูโคส กับเอนไซม์กลูโคสออกซิเดส การวิเคราะห์ในลักษณะนี้มีข้อเสียคือ ใช้เวลาในการวิเคราะห์นานราว 10-30 นาที ต่อสาร 1 ตัวอย่างและไม่สามารถทำการวัดแบบต่อเนื่องได้ ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดปริมาณน้ำตาล กลูโคสแสดงไว้ในรูปที่ 1.1 ในปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาไบโอเซนเซอร์ที่สามารถวัดน้ำตาลกลูโคส ขึ้น หัวตรวจวัดน้ำตาลกลูโคสแบบนี้มีข้อดีคือ มีความจำเพาะต่อน้ำตาลกลูโคสสูง, การผลิต สามารถทำได้ง่าย และเมื่อนำหัววัดชนิดนี้มาใช้ร่วมกับระบบโพลีอินเจกชันแล้ว จะสามารถให้ ผลการวัดได้อย่างรวดเร็ว เพราะสามารถทำการวัดสารตัวอย่างได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่ต้อง ทำความสะอาดหัววัดทุกครั้งก่อนที่จะใช้วัดสารตัวอย่างต่อไป

ไบโอเซนเซอร์สำหรับวัดน้ำตาลกลูโคสถูกพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดย Clark และ Lyons (1962) โดยทำการตรึงเอนไซม์กลูโคสออกซิเดสไว้ที่อยู่ระหว่างแผ่นเมมเบรนที่ใช้ในการป้องกัน สัญญาณรบกวนจากสารรีดิวซ์ (Peura and Mendelson, 1984) ซึ่งการวัดปริมาณน้ำตาลกลูโคส ได้ทำการวัดในรูปของปริมาณออกซิเจนที่เปลี่ยนไปในปฏิกิริยา โดยหัววัดปริมาณออกซิเจน เนื่อง จากวิธีวัดดังกล่าวมีผลรบกวนการวัดจากปริมาณออกซิเจนที่เดิมมีอยู่ในสารละลาย จึงมีการพัฒนา วิธีการวัดโดยใช้หัววัดออกซิเจน 2 ตัวในการวัด เพื่อลดผลรบกวนจากปริมาณออกซิเจนที่มีอยู่ใน สารละลายโดย Updike และ Hicks (1967) (Peura and Mendelson, 1984) แต่อย่างไร ก็ตาม วิธีการวัดดังกล่าวก็ยังมีปัญหา เนื่องจากความสามารถในการแพร่กระจายของออกซิเจนมี ค่าต่ำกว่าน้ำตาลกลูโคส จึงเป็นผลให้ช่วงการวัดที่เป็นเส้นตรงยังคงแคบอยู่ Wingard และคณะ (1982) (Peura and Mendelson, 1984) ได้เปลี่ยนแปลงวิธีการวัดน้ำตาลกลูโคสโดยทำการ

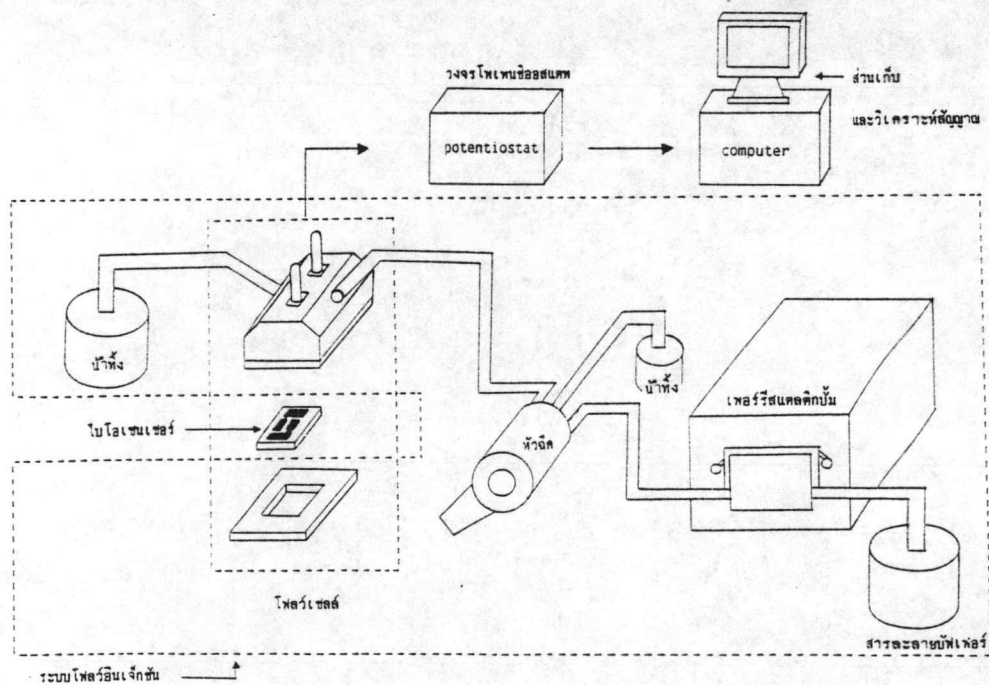
วัดศักย์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนไปบนขั้วโลหะที่ถูกตรึงด้วยเอนไซม์กลูโคสออกซิเดส การวัดโดยวิธีนี้มีผลรบกวนจากสารรบกวนในเลือดน้อย แต่ค่าสัญญาณที่ได้จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลกลูโคสเป็นแบบลอการิทึม ทำให้การคำนวณหาปริมาณน้ำตาลกลูโคสมีความซับซ้อน ต่อมา Gough และคณะ (1982) (Peura and Mendelson, 1984) ได้ประดิษฐ์หัววัดน้ำตาลกลูโคสแบบ 2 มิติขึ้น หัววัดน้ำตาลแบบนี้สามารถทำการวัดน้ำตาลกลูโคสได้ในช่วงกว้างแต่ผลตอบสนองของเซนเซอร์ยังคงมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลกลูโคสเป็นแบบลอการิทึม Lewandowski และคณะ (1982) ได้ทำการพัฒนาทรานซิสเตอร์เซนเซอร์ที่สามารถวัดปริมาณน้ำตาลกลูโคสในรูปของกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาได้ (Peura and Mendelson, 1984) การวัดโดยวิธีนี้มีข้อดีคือ กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำตาลกลูโคสเป็นแบบเชิงเส้น Lerner และคณะ (1982) (Peura and Mendelson, 1984) ได้ทำการประดิษฐ์ทรานซิสเตอร์เซนเซอร์แบบฝังในร่างกาย โดยใช้อิเล็กโทรดที่ทำด้วยทองคำ เชนเซอร์ที่สร้างขึ้นทำการวัดปริมาณน้ำตาลกลูโคส โดยการวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยา

ส่วนเทคนิคการตรึงเอนไซม์ก็ได้มีการพัฒนาขึ้นหลายวิธีเช่น การตรึงเอนไซม์ที่อาศัยพันธะเคมี, การตรึงเอนไซม์วิธีอิเล็กโตรโพลีเมอร์ไรเซชัน, การฝังเอนไซม์ลงในโครงร่างแหของอีพ็อกซี ฯลฯ Muramatsu (1987) ได้ทำการประดิษฐ์เซนเซอร์ที่ตรึงเอนไซม์แบบการสร้างพันธะเคมีโดยใช้กลูตาอัลดีไฮด์ (Elizabeth, 1990) การตรึงเอนไซม์แบบที่มีความแข็งแรงในการจับยึดเอนไซม์กับแผ่นฐานสูง, Foulds และ Lowe (1988) ได้ทำการตรึงเอนไซม์วิธีอิเล็กโตรโพลีเมอร์ไรเซชันของสารไพริล (Elizabeth, 1990) โดยวิธีดังกล่าว สามารถทำการควบคุมปริมาณเอนไซม์ที่ถูกตรึงได้โดยใช้ไฟฟ้า (Elizabeth, 1990), Horbett (1984) ได้ทำการตรึงเอนไซม์ลงในเมมเบรนที่มีโครงสร้างเป็นโพลีเมอร์ (Elizabeth, 1990) วิธีนี้เนื่องจากไม่ได้อาศัยปฏิกิริยาเคมีในการตรึงเอนไซม์ จึงทำให้เอนไซม์ยังคงมีความสามารถในการทำปฏิกิริยาสูงอยู่หลังจากการตรึงเอนไซม์ ส่วนระบบโพลีอินเจกชันก็ได้มีการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ร่วมกับไบโอเซนเซอร์ เช่นระบบโพลีอินเจกชันที่ใช้ในการวัดปริมาณน้ำตาลกลูโคสโดย M. Trojanowicz (1990) (M. Trojanowicz et al, 1990) และระบบโพลีอินเจกชันที่ใช้ในการวัดปริมาณน้ำตาลซูโครสโดย Wolfgang Schuhmann (1991) (Schuhmann and Kittsteiner-Eberle, 1991) สัญญาณที่ได้จากระบบทั้ง 2 จะถูกเขียนลงบนเครื่องบันทึกสัญญาณ ซึ่งทำให้ไม่สามารถทำการวิเคราะห์สัญญาณแบบอัตโนมัติได้

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์หลักคือ จะทำการพัฒนาระบบวัด และวิเคราะห์น้ำตาลกลูโคสแบบกึ่งอัตโนมัติโดยใช้ไบโอเซนเซอร์ขึ้น โดยระบบจะมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ไบโอเซนเซอร์,



รูปที่ 1.1 รูปเครื่องมือที่ใช้ในการวัดปริมาณน้ำตาลกลูโคส



รูปที่ 1.2 ส่วนประกอบของระบบวัดน้ำตาลที่จะพัฒนาขึ้น

ระบบโพลาร์ไวซิ่ง และส่วนเก็บวิเคราะห์สัญญาณ ดังแสดงในรูปที่ 1.2 ในงานวิจัยจะทำการประดิษฐ์ และศึกษาลักษณะสมบัติพื้นฐานของไบโอเซนเซอร์ที่ใช้วัดปริมาณน้ำตาลกลูโคส โดยจะ



ทำการตรึงเอนไซม์ด้วยวิธีที่แตกต่างกัน 4 วิธี โดยเป็นการตรึงเอนไซม์แบบการสร้างพันธะเคมี 2 วิธี และการตรึงเอนไซม์ในโครงร่างแหของโพลีเมอร์ 2 วิธี , ออกแบบและสร้างระบบโพลีอินเจกชัน เพื่อใช้ร่วมกับหัววัดน้ำตาลกลูโคส, พัฒนาซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดเก็บ และวิเคราะห์สัญญาณที่ได้จากระบบโพลีอินเจกชันแบบอัตโนมัติ และนำเอาระบบที่พัฒนาขึ้นไปทดลองวัดปริมาณน้ำตาลกลูโคสในสารชีวภาพ และเลือด

ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ได้ทำการแบ่งเนื้อหาออกเป็น 8 บทด้วยกัน โดยในบทที่ 1 จะกล่าวถึงประวัติย่อของการพัฒนาไบโอเซนเซอร์ และขอบเขตของงานวิจัย, บทที่ 2 จะกล่าวถึงหลักการพื้นฐานของไบโอเซนเซอร์ และส่วนประกอบของไบโอเซนเซอร์ที่ใช้ในงานวิจัย, บทที่ 3 จะกล่าวถึงหลักการ และส่วนประกอบของระบบโพลีอินเจกชันที่ใช้ในงานวิจัย, บทที่ 4 จะกล่าวถึงขั้นตอนการทำงานของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการจัดเก็บ และวิเคราะห์สัญญาณ, บทที่ 5 จะกล่าวถึงการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการตรึงเอนไซม์วิธีต่างๆ กัน 4 วิธี, บทที่ 6 จะกล่าวถึงการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของเซนเซอร์ที่สร้างขึ้นทั้ง 4 วิธี, บทที่ 7 จะกล่าวถึงการประยุกต์ใช้เซนเซอร์ในการวัดปริมาณน้ำตาลกลูโคสในสารชีวภาพ และเลือด และบทที่ 8 จะเป็นบทสรุปของผลงานวิจัยทั้งหมด