การสร้าง XOR DNA-Based Logic Gate เพื่อใช้งานในวงจรชีวภาพที่ปราศจากเอนไซม์
DEVELOPMENT OF FUNCTIONAL XOR DNA-BASED LOGIC GATE IN ENZYME-FREE BIOLOGICAL CIRCUIT

พีรภัทร์ อินทลักษ์ 4801130 SCBT/D

ปร.ด. (เทคโนโลยีชีวภาพ)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ประสิทธิ์ ผลิตผลการพิมพ์, MD., วัฒนาลัย ปานบ้านเกร็ด, Dr.Eng, บุญสิทธิ์ ยิ้มวาสนา, Ph.D., รดีกร อัครวงศาพัฒน์, Ph.D.

บทคัดย่อ

DNA computing เป็นศาสตร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาในด้านนาโนเทคโนโลยี โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้สาย DNA ในการทำการคำนวณเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ เช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ในยุคปัจจุบัน พัฒนาการของ DNA computing ได้แสดงให้เห็นถึงความสามารถของสาย DNA ที่สามารถทำการคำนวณ เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์บางประเภทได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม DNA computer ที่ถูกพัฒนาขึ้นยังขาดความสามารถในการทำงานที่หลากหลายไป

งานวิจัยชิ้นนี้ จึงทำการพัฒนาระบบ ที่ช่วยให้กระบวนการคำนวณใน DNA computing สามารถ ทำการคำนวณได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนมากขึ้น ด้วย separator system ซึ่งสามารถทำงานได้ในวงจรที่ปราศจากเอนไซม์ โดยระบบนี้ จะใช้ประโยชน์จากความสามารถในการเกิดโครงสร้าง hairpin ของสาย DNA ในการควบคุมภาวะของสัญญาณในวงจร ให้อยู่ในภาวะที่พร้อมทำงาน (ON) หรือ ไม่พร้อมทำงาน (OFF) เราได้ทำการตรวจวัดความสามารถของ separator system ในสองเรื่องด้วยกัน คือ การป้องกันสัญญาณรั่วไหลภายในวงจรและความสามารถในการเปลี่ยนภาวะของสัญญาณด้วย separator strand โดยการทดสอบด้วยการใช้ความยาวที่ต่างกันในส่วนของ stem และ ส่วนของ loop ของโครงสร้าง hairpin อีกทั้งทำการทดสอบการใช้ extended separator และโครงสร้างที่ต่างกันของ logic gate ที่อยู่ในขั้นตอนถัดไปภายในวงจรเดียวกัน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ความยาว 14 เบส เป็นความยาวที่เหมาะสมสำหรับ stem ในการป้องกันการรั่วไหลของสัญญาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งช่วยให้ separator strand สามารถทำงานในการเปลี่ยนภาวะของสัญญาณได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ การใช้ extended separator ที่มีความยาวพิเศษ 4 เบสจาก separator ปกติ สามารถช่วยให้การเปลี่ยนภาวะของสัญญาณทำได้ดีขึ้น เมื่อโครงสร้าง hairpin มีความยาวของ loop มากขึ้น

นอกจากนี้ เราได้พัฒนา XOR logic gate จากสาย DNA ที่สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องในวงจรชีวภาพที่ปราศจากเอนไซม์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การออกแบบของเรานั้นต้องการ 7 เบสที่หัวและท้ายของ $X_{in}Y_{in}$ complex สำหรับทำหน้าที่ป้องกันการลัดวงจร กับ XOR logic gate ได้ถึง 92.9%

ท้ายสุดนี้ เราได้รายงานถึงการออกแบบโครงสร้าง full-adder โดยแนะนำการออกแบบ 2 วิธี คือ โครงสร้าง 3-way-junction และ ระบบ non-assembly ผลการทดลองได้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของระบบ non-assembly ในการทำงาน การบวกเลขฐานสอง 1 หลักได้อย่างถูกต้องในระบบที่ปราศจากเอนไซม์ อีกทั้งแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการออกแบบวงจร ที่สามารถทำการบวกเลขฐานสองหลายหลักได้

105 หน้า