

บทคัดย่อ

ที่ผ่านมาเทคโนโลยีลำโออนได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในหลายสาขาและในปัจจุบันได้ขยายการประยุกต์ใช้ในสาขาชีววิทยาและวัสดุศาสตร์ โดยชีววิทยาโออนบีมซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้แขนงใหม่ ได้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาด้านการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์และการส่งถ่ายยีน อย่างไรก็ตามความเข้าใจพื้นฐานของกลไกเหล่านี้ยังไม่เพียงพอ ดังนั้นเป้าหมายของโครงการนี้คือศึกษาค้นคว้าหากลไกพื้นฐานของการเกิดการชักการกลายพันธุ์และการส่งถ่ายยีนโดยใช้ลำโออนที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ สำหรับการศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วยลำอนุภาคนั้น ได้เน้นไปที่การศึกษาอันตรกิริยาระหว่างโออนพลังงานต่ำกับดีเอ็นเอ เราได้ทำการทดลองใช้ลำโออนและพลาสมาอะตอมยัติเอ็นเอ หลังจากนั้นได้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงและความเสียหายโดยใช้เทคนิคทางชีววิทยา ซึ่งจากการทดลองพบว่าลำโออนพลังงานต่ำยังสามารถชักนำให้เกิดความเสียหายต่อดีเอ็นเอและการกลายพันธุ์ในแบคทีเรียได้อีกด้วย นอกจากนี้ระบบ Molecular Dynamics Simulation (MDS) ยังนำมาใช้เพื่อศึกษาอันตรกิริยาระหว่างโออนพลังงานต่ำกับดีเอ็นเอ จากการจำลองระบบได้พบว่า การชักนำที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของดีเอ็นเอเป็นผลกระทบแบบพิเศษซึ่งเกิดขึ้นแบบไม่มีการสุ่ม ซึ่งในขณะนี้นักศึกษาผลกระทบรองที่เป็นผลให้เกิดการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ นั้นคือ อนุมูลอิสระและรังสีเอ็กซ์เรย์ ยังอยู่ในช่วงการเริ่มต้นศึกษา สำหรับการศึกษาการชักนำให้เกิดการส่งถ่ายดีเอ็นเอนั้น เราได้เน้นไปที่ลำโออนที่มันอันตรกิริยาต่อเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติต่าง ๆ ของเยื่อหุ้มเซลล์ เช่น ความขรุขระของพื้นผิว สมบัติการชอบน้ำและสมบัติทางไฟฟ้า ผลการทดลองพบว่าสมบัติทางกายภาพที่เปลี่ยนไปทำให้การส่งถ่ายดีเอ็นเอดีขึ้น นอกจากนี้ยังได้ศึกษาผลจากประจุด้วย ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าประจุของโออนมีผลต่อการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ แต่ลดสมบัติการส่งถ่ายดีเอ็นเอลง งานวิจัยโครงการนี้มีผลการทดลองในวารสารทางวิชาการนานาชาติ 12 ฉบับ รวมค่า Impact Factor ได้ 13.256, ส่งต้นฉบับระดับนานาชาติไป 10 ฉบับ การนำเสนอผลงานระดับชาติและนานาชาติ 17 และ 14 ฉบับ ตามลำดับ ผลงานที่ได้จากโครงการนี้จะนำไปสู่การพัฒนาเทคนิค อุปกรณ์ เครื่องมือและการวิเคราะห์ ที่เกี่ยวข้องกัลำโออนและพลาสมา รวมทั้งการจัดสร้างส่วนปฏิบัติการชีววิทยาในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ งานวิจัยโครงการนี้ จะได้ นักศึกษาปริญญา 3 คน นักศึกษาปริญญาโท 2 คน และฝึกให้นักศึกษาระดับปริญญาตรีได้รับการฝึกฝนทักษะด้านนี้อีกจำนวนหนึ่ง

Abstract

Application of ion beam technology has recently and rapidly been extended to biological fields from conventional materials fields. A new field is emerging, that is ion beam biology (IBB). In IBB, ion beam biotechnology (IBBT) is an important branch, which has been successfully developed, particularly in ion beam inductions of mutation and gene transfer. However, for this new subject, understanding of basic mechanisms has much lagged behind the developments in applications and thus encumbered the applications. This basic research project was then aimed at investigating fundamental mechanisms involved in ion beam induction of biological mutation and gene transfer in cells. For ion beam induction of mutation, the investigation was principally focused on direct interaction between low-energy ions and DNA. Ions from both ion beam and plasma were introduced to bombard naked DNA samples and followed by biological assay of DNA change or damage. We found the low-energy ions indeed able to induce DNA change and subsequent mutation of bacteria. Cooperated with experimental studies, molecular dynamics simulation (MDS) was also carried out to reveal nature in the low-energy ion interaction with the DNA molecule. Our MDS found that ion bombardment induced DNA change was preferential effect but not random. As for indirect effects of ion bombardment on mutation induction, production of free radicals and secondary X-ray emission were primarily investigated. For ion beam induction of DNA transfer, the study was focused on ion interaction with the cell envelope materials and related effect on changes in morphology, wettability and electrical properties. We found that these physical properties were changed by the ion bombardment and the changes favored DNA transfer into cells. In the investigations, special attention was paid to ion charge effect. From experiments of using an ion beam neutralizer, we found that the input of ion charge due to ion implantation enhanced the mutation induction effectiveness and reduced the DNA transfer efficiency. The research of the project has resulted in 12 international publications with a total journal impact factor of 13.256, 10 internationally submitted manuscripts, 14 international presentations and 17 national presentations. The performance of the project has also led to development of relevant ion beam and plasma facilities and techniques, development of relevant measurement and analysis devices and methods, and setting up of a biological laboratory section in the physics laboratory. The research work involved in the project has educated 3 Ph.D. students, made 2 graduate students receive their Master degrees and trained a number of undergraduate students.