

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : RMU4880018

ชื่อโครงการ : พลศาสตร์ของหน้าคลื่นชีวภาพที่เกิดขึ้นในโคโลนีแบคทีเรีย

ชื่อนักวิจัย : ผศ.ดร.อรอุมา เขียวหวาน
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

Email Address : scokw@mahidol.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : กรกฎาคม 2548 – มีนาคม 2552

ในงานวิจัยนี้พลศาสตร์และภาวะไม่คงตัวในการเคลื่อนที่ของหน้าคลื่นของโคโลนีบาซิลลัส ซับทิลิส TISTR 008 ได้ถูกศึกษา โดยพบว่าโคโลนีของแบคทีเรียชนิดนี้สามารถแสดงลวดลาย เช่น ลวดลายที่ขอบของโคโลนีกลมเรียบหรือลวดลายแบบที่ขอบของโคโลนีมีรอยหยักคล้ายรูปนิ้วมือ ในงานนี้ภาวะไม่คงตัวในการเคลื่อนที่ของหน้าคลื่นของโคโลนีนั้นสอดคล้องกับความหยักของขอบของโคโลนี ซึ่งสามารถหาค่าในเชิงปริมาณได้โดยใช้มิติแฟร็กทัล (fractal dimension) จากผลการทดลองพบว่า ภาวะไม่คงตัวในการเคลื่อนที่ของหน้าคลื่นของโคโลนีเพิ่มขึ้นแบบเป็นเชิงเส้น เมื่อความเข้มข้นของอาหารลดลง และ/หรือ เมื่อความแข็งของวุ้นเลี้ยงเชื้อเพิ่มขึ้น ผลการทดลองในระดับที่เห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์เผยให้เห็นว่า การเพิ่มจำนวนประชากรในพื้นที่ที่จำกัดซึ่งส่งผลให้เกิดการซ้อนทับของมัดของสายโซ่ของเซลล์แบคทีเรานั้นเป็นสาเหตุของการแพร่แบบไม่เป็นเชิงเส้น และเกิดภาวะไม่คงตัวในการเคลื่อนที่ของหน้าคลื่นในที่สุด

การศึกษานี้ได้เสนอแบบจำลองของปฏิริยาคู่ควบกับการแพร่เพื่ออธิบายการเกิดลวดลายที่พบในการทดลอง ในแบบจำลองนี้เรามีสมมุติฐานว่าเซลล์แบคทีเรียมี 2 แบบ คือ เซลล์แบบที่มีการเคลื่อนที่และมีการแบ่งตัว และอีกแบบคือเซลล์ที่ไม่มีการเคลื่อนที่และไม่มีการแบ่งตัว และเนื่องจากการเคลื่อนที่ของเซลล์นั้นขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของเซลล์แบบที่มีการเคลื่อนที่และมีการแบ่งตัว ซึ่งมีลักษณะไม่สม่ำเสมอจากการที่มีการซ้อนทับของมัดของสายโซ่ของเซลล์ ดังนั้นในแบบจำลองนี้เราได้นำเสนอการแพร่ของเซลล์แบบไม่เป็นเชิงเส้น เราพบว่าแบบจำลองที่นำเสนอสามารถจำลองการเกิดลวดลายของโคโลนีภายใต้การเปลี่ยนแปลงค่าความเข้มข้นของวุ้นเลี้ยงเชื้อและความเข้มข้นของอาหาร รวมทั้งการเกิดภาวะไม่คงตัวในการเคลื่อนที่ของหน้าคลื่นของโคโลนี ได้เป็นอย่างดี

คำหลัก : ภาวะไม่คงตัว ; บาซิลลัส ซับทิลิส ; ระบบแบบปฏิริยาคู่ควบกับการแพร่ ;
การเกิดลวดลาย

Abstract

Project Code : RMU4880018

Project Title : Dynamics of biological fronts formed by bacterial colony

Investigator : Assist. Prof. On-Uma Kheowan
Department of Chemistry, Faculty of Science, Mahidol University

Email Address : scokw@mahidol.ac.th

Project Period : July 2005 – March 2009

In this research the dynamics and the instabilities in propagating colonial front formed by *Bacillus subtilis* TISTR 008 was studied. Depending on environmental conditions, colonies of this bacterial species grown on the surface of agar mediums show patterns such as a smooth circular pattern or a fingering pattern. In this work the instability of colonial fronts corresponds to the roughness of the boundary of the bacterial colony. In order to quantitatively determine the instabilities in colonial fronts, the fractal dimension is used as a characteristic parameter to indicate the amount of the roughness or instabilities of colonial fronts. Experimental results show that instabilities of propagating colonial fronts are linearly increased with decrease of peptone concentration and/or increase of agar concentration. Microscopic observations reveal that cell reproduction in a limited space resulting in the formation of bundles of chains of bacterial cells is a cause of instability in propagating fronts.

The study proposes a reaction-diffusion model to describe the colonial patterns obtained from the experimental results. The essential assumption is that there exist two types of cells; active cells that move actively, grow and perform cell division, and inactive ones that do nothing at all. Since the movement of cells is dependent on the density of active cells, a nonlinear diffusion is proposed. The model is able to reproduce the experimental results of variation of agar concentration and peptone concentration, including instabilities of the propagating fronts.

Keywords : Instability ; *Bacillus subtilis* ; Reaction-diffusion system ; Pattern formation