

Special Research Project Title	Optimal Design of Large Raceway Culture Systems for Microalgae
Special Research Project Credits	6
Candidate	Miss Kawisra Sompech
Special Research Project Advisor	Assoc. Prof. Dr. Thongchai Srinophakun
Program	Master of Engineering
Field of Study	Chemical Engineering
Department	Chemical Engineering
Faculty	Engineering
B.E.	2554

Abstract

Raceway pond is one type of open-pond systems which has become the most popular for outdoor algal production. However, the cost of pond operation depends not only on the mixing system but also the raceway pond design. The dead zone is the sensible area causing algae cell to settle and die. This research focuses on the design of a large raceway pond concerning the energy consumption and the size of dead spot area. The two-phase model (solid-liquid) is studied by computational fluid dynamics in order to visualize the flow pattern of seawater and to allocate the position of dead spot in the returned bends of raceway. The proposed design models are the central baffle model and flow deflector baffles. These two models are compared with the standard model of raceway. This studied raceway pond has a total surface area of 0.5 hectare (5000 m²) with fixed 8 meters width and 0.3 meters height. This system applies physical properties of *Spirulina platensis* at 20°C of seawater temperature. The simulation results show that the rotational speed of a paddle wheel directly affects the seawaterflow velocity. All of model in this research are then compared at the same velocity. As a result, the central baffle model can eliminate the vortex flow which regularly occurs behind the central baffle but still has the dead zone at the outer bend. The deflector baffle in series are studied in a number of baffles added (three is maximum). In addition, the three deflector baffles provide the optimum operating condition in terms of the energy consumption and the dead zone area reduction. Therefore, this model is proposed as the main concept to develop a new configuration. With the new model, the comparison to the standard configuration at the average velocity of 0.14 m·s⁻¹, showed that this model can reduce the energy requirement by about 18.4% and also eliminate all of the dead area at bends.

Keywords : Raceway pond design / Flow deflector baffle / Central baffle /
Algae cultivation

หัวข้อโครงการศึกษาวิจัย	การออกแบบที่เหมาะสมสำหรับระบบรางน้ำเพาะปลูกสาหร่ายขนาดใหญ่
หน่วยกิต	6
ผู้เขียน	นางสาวกวิสรา สมเพชร
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ธงไชย ศรีนพคุณ
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเคมี
ภาควิชา	วิศวกรรมเคมี
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
พ.ศ.	2554

บทคัดย่อ

บ่อรางน้ำเป็นระบบที่ถูกนำมาใช้มากที่สุดสำหรับการเพาะปลูกสาหร่ายภายนอกอาคาร อย่างไรก็ตาม ต้นทุนในการดำเนินงานที่ใส่เข้าไปในระบบนั้น ขึ้นอยู่กับระบบการผสมรวมทั้งการออกแบบรูปร่างของบ่อรางน้ำ นอกจากนี้บริเวณที่มีความเร็วต่ำเป็นบริเวณที่มีความไวต่อการตกตะกอนของสาหร่ายและส่งผลให้สาหร่ายตายในที่สุด งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการออกแบบบ่อรางน้ำขนาดใหญ่ที่ส่งผลต่อการบริโภคพลังงานในระบบและส่งผลต่อขนาดของบริเวณที่มีความเร็วต่ำ โดยสร้างแบบจำลองการไหลแบบสองสถานะ (ของแข็ง-ของเหลว) โดยใช้วิธีวิเคราะห์พลศาสตร์ของไหลโดยคอมพิวเตอร์มาแสดงรูปแบบการไหลของน้ำทะเลและตำแหน่งของบริเวณที่มีความเร็วต่ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีการเลี้ยวกลับของบ่อรางน้ำ การออกแบบแบบจำลองที่ถูกนำมาศึกษาในงานวิจัยนี้ได้แก่ แบบจำลองผนังกั้นกลาง และแบบจำลองของชุดแผ่นกั้นที่ปลายบ่อสองด้าน แบบจำลองสองแบบนี้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับแบบจำลองทั่วไปของบ่อรางน้ำ ซึ่งงานวิจัยนี้กำหนดให้ขนาดพื้นที่ของบ่อรางน้ำมีขนาดพื้นที่ผิวเท่ากับ 0.5 เฮกเตอร์ (5,000 ตารางเมตร) โดยยึดความกว้างของบ่อที่ 8 เมตร และความสูงที่ 0.3 เมตร งานวิจัยนี้ได้นำคุณสมบัติทางกายภาพของสาหร่ายเกลียวทองมาใช้ในการวิเคราะห์ และกำหนดอุณหภูมิเพาะปลูกที่ 20 องศาเซลเซียสน้ำทะเล ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าความเร็วรอบของใบพัดส่งผลกระทบต่อความเร็วในการไหลของน้ำทะเลในทุกกรณี อย่างไรก็ตามแบบจำลองทุกรูปแบบในงานวิจัยนี้จะถูกเปรียบเทียบที่ความเร็วเฉลี่ยของน้ำทะเลที่ค่าเท่ากัน ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองผนังกั้นกลางสามารถกำจัดการไหลปั่นป่วนที่มักเกิดขึ้นที่ด้านหลังของผนังกั้นกลางได้ แต่จะยังคงพบบริเวณที่มีความเร็วต่ำในส่วนโค้งนอกของบริเวณที่มีการเลี้ยว ในขณะที่แบบจำลองแผ่นกั้นที่ปลายบ่อสองด้านได้ถูกศึกษาในเรื่อง