T 130510

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แบบจำลองคณิตศาสตร์ของออกซิเจนในบ่อเลี้ยงกุ้ง
หน่วยกิตของวิทยานิพนธ์	12 หน่วย
โดย	นายเอกสิทธิ์ จีราระรื่นศักดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. วิวัฒน์ เรืองเลิศปัญญากุล
	Prof. Dr. Timothy William Flegel
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชา	วิศวกรรมเคมี
ปีการศึกษา	2544

บทคัดย่อ

ปริมาณออกซิเจนมีความสำคัญต่อการเลี้ยงกุ้ง เพราะเมื่อขาดออกซิเจนกุ้งจะมีอาการเครียด กินอาหารน้อยลง มีภูมิต้านทานต่ำ ส่งผลให้กุ้งโตช้าและอาจตายได้ ออกซิเจนจะมีมากในเวลากลางวันเพราะมีการสังเคราะห์แสงโดยสาหร่ายและแพลงก์ตอน แต่จะลดลงในเวลากลางคืน เนื่องจากออกซิเจนถูกใช้ในการหายใจและการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในบ่อ ปริมาณออกซิเจนจะลดลงต่ำสุดในช่วงเช้ามืดซึ่งถือว่าเป็นค่าวิกฤติ แบบจำลองคณิตศาสตร์จะช่วยให้สามารถทำนายการเปลี่ยนแปลงของออกซิเจนในบ่อเลี้ยงกุ้ง ทำให้เกษตรกรสามารถใช้เครื่องเติมอากาศเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้กับบ่อในปริมาณที่เหมาะสมกว่าการเติมอากาศโดยอาศัยประสบการณ์ของผู้เลี้ยงแต่ละราย

สมดุลของออกซิเจนในบ่อเลี้ยงกุ้งมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณการสังเคราะห์แสง การถ่ายเทออกซิเจนระหว่างน้ำกับอากาศ การหายใจของสิ่งมีชีวิต และการย่อยสลายของเสียโดยจุลินทรีย์ ความแตกต่างของความเข้มแสงในแต่ละวันมีผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงซึ่งส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนในแต่ละวันมีค่าแตกต่างกัน การสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นที่บริเวณผิวบ่อเป็นส่วนใหญ่เพราะแพลงก์ตอนจะลอยขึ้นสู่บริเวณผิวน้ำเพื่อเข้าใกล้แสง ส่งผลให้แสงไม่สามารถผ่านไปถึงก้นบ่อได้จึงแทบไม่มีการสังเคราะห์แสงที่ก้นบ่อ ส่วนการหายใจของแพลงก์ตอนซึ่งมีจำนวนมหาศาลในน้ำ และกระบวนการย่อยสลายของเสียและเศษอาหารจำนวนมากโดยจุลินทรีย์จะเป็นกระบวนการหลักในการลดลงของปริมาณออกซิเจน

T 130510

ด้วยเหตุผลดังกล่าวแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นจึงแบ่งบ่อออกเป็น 3 ระดับความลึกคือ ผิวน้ำ กลางบ่อ และก้นบ่อ โดยให้การเปลี่ยนแปลงของออกซิเจนเป็นฟังก์ชันของความเข้มแสง อุณหภูมิ การถ่ายเทออกซิเจนระหว่างน้ำกับอากาศ อัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิต และอัตราการย่อยสลาย

ผลจากการจำลองแบบพบว่าแบบจำลองคณิตศาสตร์ของสมดุลออกซิเจนมีค่าเป็นฟังก์ชันกับอุณหภูมิมากกว่าความเข้มแสง เพราะผลจากการจำลองแบบมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่วัดจริงมาก โดยเฉพาะที่ผิวบ่อและกลางบ่อ สามารถทำนายได้ใกล้เคียงกว่าที่ก้นบ่อ ตัวแปรที่ถูกใช้ในการปรับค่าของแบบจำลองมี 2 ตัว คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของการถ่ายเทออกซิเจนระหว่างน้ำกับอากาศ (K) และ อัตราการสังเคราะห์แสงสูงสุด (P_{max}) โดยที่ค่า P_{max} สามารถใช้ปรับค่าในแบบจำลองได้ดี และมีค่าเป็นฟังก์ชันกับปริมาณของแพลงก์ตอน อธิบายการเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนตลอดการเลี้ยงได้โดยปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ความโปร่งใส และธาตุอาหาร เช่น อนุพันธ์ของไนโตรเจน เป็นต้น ส่วนค่า K จะเพิ่มขึ้นตลอดการเลี้ยง ซึ่งกำหนดให้เป็นฟังก์ชันกับเวลาการทำงานและจำนวนของเครื่องเติมอากาศ

Abstract

Oxygen, one of the essential growth factors, is necessary for all aquaculture, including shrimps. Insufficient oxygen increases shrimp stresses, decreases its appetite and immunity, and consequently, causes fatal impact on shrimp. Oxygen level increases during the daytime due to photosynthesis, but pond respiration and decomposition of organic matters lower oxygen level which sometime can drop below the critical concentration at dawn. Therefore, prediction of oxygen dynamics are necessary for proper aeration of the pond rather than depending alone on the experiences of the farmers.

Oxygen concentration in shrimp ponds is a function of photosynthesis, mass transfer between air and water, as well as, respiration and decomposition of organic matters by microorganism. Photosynthesis depends on light intensity, and planktons tend to move up to the water surface and obstruct the penetration of light to the deeper layer. Therefore, photosynthesis occurs mainly near the water surface. During the nighttime, on the other hand respiration of all living organism and biodegradation at the pond bottom requires more oxygen than that supplied by aerators, hence the oxygen level gradually drops until photosynthesis starts again in the next morning.

Mathematical model was developed considering these phenomena. The oxygen level was set to be the function of light intensity, temperature, mass transfer between air and water, respiration and biodegradation.

Simulation results showed that the photosynthesis rate depended on temperature greater than light intensity. The simulation results fit quite well with the measurement, especially the DO level at the surface and middle layer of the pond. There were two adjusted parameters used in this model, P_{max} and K. P_{max} , maximum photosynthesis rate depended upon chlorophyll-a, transparency and nutrients. Another parameter, K, was used to represent the aeration intensity of the pond which differed between day and nighttime and also varied with the cultivation period as well.