ในทำนองเดียวกัน Boyd (2010) รายงานผลการทดลองเลี้ยงปลานิลในฟาร์มประเทศฮอนดูรัส ในบ่อที่ไม่มีเครื่องกลเติมอากาศ กับบ่อที่มีเครื่องกลเติมอากาศ ซึ่งจะทำงานอัตโนมัติ เมื่อ ดีโอ ลดลงเหลือร้อยละ 10 และ 20 ของจุดอิ่มตัว พบว่าบ่อที่มีเครื่องกลเติมอากาศให้ผลผลิตปลานิลสูงกว่า และขนาดปลาโตกว่า บ่อที่ไม่มีเครื่องจักกลเติมอากาศ (ตาราง 2)

ตาราง 2 เปรียบเทียบผลของ ดีโอ ต่อผลผลิตปลานิลในบ่อเลี้ยงที่มีการติดตั้งเครื่องกลเติมอากาศ

การติดตั้งเครื่องกลเติมอากาศ	อัตรารอด (%)	ขนาดปลา (ก)	ผลผลิต (กก/10,000 ตร.ม.)
ไม่มีเครื่องกลเติมอากาศ	87	194	3,404
10% saturation	80	229	4,133
20% saturation	91	235	4,269

ที่มา: ดัดแปลงจาก Boyd (2010)

ในฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบผลผลิตสูง จะต้องมีการตรวจวัด ดีโอ อย่างสม่ำเสมอในตอนเช้าและเย็น Jensen และคณะ (1989 a) แนะนำหลักในการประเมินค่า ดีโอ โดยไม่ต้องตรวจวัดทุกครั้ง ซึ่งหากพบว่า ดีโอ ในตอนเช้ามืดสูงกว่า 3 มก/ล และ ดีโอ ในตอนเย็น ไม่ต่ำกว่า ดีโอ ในตอนเย็นของเมื่อวาน ก็คาดหมายได้ว่า ดีโอ ในตอนเช้ามืดของวันพรุ่งนี้ก็จะไม่ต่ำกว่า 3 มก/ล แต่หากพบว่า ดีโอ ในตอนเย็นต่ำกว่าเมื่อวาน ก็คาดหมายได้ว่า บ่อปลาจะขาดออกซิเจนในตอนกลางคืน และลดต่ำลงเรื่อยๆ จนถึงตอนเช้ามืดของวันพรุ่งนี้ ดีโอ จะมีค่าต่ำกว่า 3 มก/ล ซึ่งจำเป็นต้องใช้เครื่องกลเติมอากาศเพื่อเพิ่มออกซิเจนให้แก่บ่อปลาในตอนกลางคืน

ประสิทธิภาพของเครื่องกลเติมอากาศ

ประเภทของเครื่องกลเติมอากาศที่ต่างกันมีประสิทธิภาพการส่งผ่านออกซิเจนลงในน้ำต่างกัน ตาราง 3 แสดงประสิทธิภาพของเครื่องกลเติมอากาศประเภทต่างๆ

ตาราง 3 ประสิทธิภาพของเครื่องกลเติมอากาศประเภทต่างๆ

ประเภทของเครื่องเติมอากาศ	ประสิทธิภาพการส่งผ่านออกซิเจนลงในน้ำ (ปอนด์/แรงม้า-ชั่วโมง)
เครื่องทำน้ำพุ (Pump sprayer)	2.1
ใบพัดกวนน้ำ (Propeller-aspirator)	2.6
ใบพัดตีน้ำ (Paddle wheels)	3.6
เครื่องสร้างฟองอากาศ (Diffused air)	1.5

ที่มา: ดัดแปลงจาก NRCS (2011)

เครื่องกลเติมอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือแบบใบพัดตีน้ำ เพราะใบพัดตีน้ำสามารถสร้างฝอยน้ำขาดเล็กจำนวนมากขึ้นไปสัมผัสกับอากาศ จึงมีอัตราการส่งผ่านออกซิเจนลงสู่น้ำได้สูงกว่าเครื่องจักรกลประเภทอื่น ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำโดยทั่วไปจะติดตั้งเครื่องกลเติมอากาศที่มีอัตราการส่งผ่านออกซิเจนลงสู่น้ำเท่ากับ 2.5 ปอนด์ ออกซิเจน/แรงม้า-ชั่วโมง ก็เพียงพอสำหรับบ่อขนาด 4,000 ตร.ม. (Jensen และคณะ, 1989 b)

อย่างไรก็ตาม ในบางสภาวะที่สัตว์น้ำมีความเครียดสูง หรือในน้ำมีปริมาณไนไตรต์ แอมโมเนีย และคาร์บอนไดออกไซด์สูง อาจจำเป็นต้องมีการติดตั้งเครื่องกลเติมอากาศเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบผลผลิตสูง

เครื่องกลเติมอากาศแบบใบพัดตีน้ำ (Paddle wheels)
ที่มา: http://www.maofmadan.com/htmls/page_257.aspx?c0=13132&bsp=13125

ออกซิเจน
กับการเลี้ยงปลา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

แหล่งที่มาของ ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (ดีโอ) ที่สำคัญคือ การละลายจากอากาศลงสู่น้ำ และการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำ ซึ่งจะผันแปรในรอบวันตามการขึ้นและลงของดวงอาทิตย์ โดย ดีโอ จะต่ำสุดในตอนเช้ามืด แต่ ดีโอ จะค่อยๆสูงขึ้นในตอนที่ดวงอาทิตย์ขึ้น และพืชน้ำเริ่มกระบวนการสังเคราะห์แสง ดีโอ จะสูงสุดในตอนเย็น ก่อนดวงอาทิตย์ตก และลดต่ำลงเรื่อย ๆในตอนกลางคืนเป็นวัฏจักร เช่นนี้เรื่อยไป

ดังนั้นหากพบว่าปลาที่เลี้ยงในบ่อลอยหัวขึ้นมาที่ผิวน้ำ เพื่อฮุบเอาอากาศสำหรับการหายใจในตอนเช้ามืด ก็แสดงว่า น้ำในบ่อมีออกซิเจนต่ำในตอนกลางคืนต่อเนื่องมาจนถึงตอนเช้ามืด

ดีโอ จึงเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีปริมาณสัตว์น้ำหนาแน่นกว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติ ผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงควรทำความเข้าใจและหมั่นตรวจสอบปริมาณ ดีโอ ในบ่อให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำที่เลี้ยง

ออกซิเจนกับการกินอาหารของปลา

ดีโอ มีอิทธิพลต่อขบวนการเมตาโบลิซึมและการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ในสภาวะ ดีโอ ต่ำจะได้ผลผลิตลดลง เพราะสัตว์น้ำกินอาหารน้อยลง โตช้า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อไม่ดี เครียด อ่อนแอ ติดโรคได้ง่ายขึ้น หรืออาจตายเพราะขาดออกซิเจน (NRCS, 2011)

ดีโอ มีความสำคัญต่อกระบวนการย่อยอาหารและเมตตาโบลิซึมของสัตว์น้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายหลังการกินอาหารสัตว์น้ำจะมีความต้องการใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น (He และคณะ, 2015) และขับถ่ายของเสียในรูปแอมโมเนียเพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งกลายเป็นปัญหาสำคัญ เพราะแอมโมเนียเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ และเป็นปัจจัยจำกัดความหนาแน่นของสัตว์ในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ส่งผลต่อผลผลิตที่ผลิตได้ (Lee, 2015)

ในสภาวะที่มีออกซิเจน จุลินทรีย์จะเปลี่ยนแอมโมเนีย ไปเป็นไนไตรต์และไนเตรต ซึ่งไนเตรตมีความเป็นพิษต่ำ ดังนั้น ดีโอ จึงมีความสำคัญในการควบคุมความเป็นพิษของแอมโมเนีย (Boye, 2010)

อุณหภูมิก็ส่งผลต่อ ดีโอ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ออกซิเจนจะละลายน้ำได้ลดลง แต่อุณหภูมิสูงทำให้สัตว์น้ำมีอัตราเมตาโบลิซึมสูงขึ้น อัตราการหายใจก็เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูร้อน วันที่ท้องฟ้า ปิดมีเมฆมาก ขบวนการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำในการผลิตออกซิเจนลดลง ส่งผลให้สัตว์น้ำกินอาหารน้อยลง อาหารเหลือกลายเป็นของเสียจมลงพื้นบ่อ ทำให้จุลินทรีย์มีอัตราการใช้ออกซิเจนเพิ่มสูงขึ้นในการย่อยสลายเศษอาหาร ดีโอยิ่งลดต่ำลง ดังนั้นในสภาวะ ดีโอต่ำ ควรลดปริมาณการให้อาหารสัตว์น้ำ (NRCS, 2011)

ออกซิเจนช่วยเพิ่มผลผลิตสัตว์น้ำ

ผลการศึกษาเลี้ยงปลากดอเมริกัน (Channel catfish) ของมหาวิทยาลัยออเบิร์น สหรัฐอเมริกา พบว่า อัตรารอด ผลผลิต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ จะได้ผลดี เมื่อมีปริมาณ ดีโอ ไม่ต่ำกว่า 3 มก/ล

ดังนั้นจึงควรปรับปริมาณอาหารให้เหมาะสมกับปริมาณ ดีโอ ในบ่อเลี้ยงปลา กระทรวงเกษตรสหรัฐ แนะนำว่า ปลาจะกินอาหารได้ดี มีการเจริญเติบโตเป็นปกติปริมาณ ดีโอ ในบ่อเลี้ยงปลาไม่ควรต่ำกว่า 3 มก/ล (Boyd, 2010)

Fakhri และคณะ (2015) ศึกษาการเลี้ยงกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*) ในฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแบบหนาแน่น ที่จังหวัดชวาตะวันออก ประเทศอินโดนีเซีย โดยติดตั้งเครื่องกลเติมอากาศแบบใบพัดตีน้ำ พบว่า บ่อที่มี ดีโอ สูง ให้ผลผลิตกุ้งสูงกว่า และขนาดกุ้งที่จับใหญ่กว่า บ่อที่มี ดีโอ ต่ำ (ตาราง 1)

ตาราง 1 เปรียบเทียบผลผลิตและคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแบบหนาแน่นสูง ในจังหวัดชวาตะวันออก ประเทศอินโดนีเซีย

ตัวชี้วัด	บ่อ 1	บ่อ 2
ผลผลิตรวม (กก)	6,000	1,650
ขนาดจับ (ก)	17.88	14.36
อัตราการเติบโตจำเพาะ (SGR, %)	10.19	9.34
ออกซิเจนละลายน้ำ (ดีโอ, มก/ล)	8.81	7.17
ไนไตรต์ (มก/ล)	0.666	1.531

ที่มา : ดัดแปลงจาก Fakhri และคณะ (2015)

การติดตั้งใบพัดตีน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง

ที่มา: http://www.aquaculture-aerator.com.tw/s/2/about.htm