

การกำจัดไนโตรเจนจากน้ำเลี้ยงสัตว์น้ำเค็มโดยบึงประดิษฐ์ประยุกต์

Nitrogen Removal form marine aquaculture by Applied Constructed Wetlands

บทนำ

ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก และอ่าวไทยตอนบนเป็นบริเวณที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจอย่างมาก เป็นภูมิภาคที่มีธรรมชาติงดงามเหมาะสมสำหรับเป็นแหล่งท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจ และเป็นบริเวณที่อยู่ในแผนพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งให้เป็นฐานเศรษฐกิจทางด้านอุตสาหกรรมแห่งใหม่ตามแผนพัฒนาประเทศมาตั้งแต่ต้นปี พ.ศ.2524 (สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล, 2537) ปัจจุบันพบว่ากำลังประสบกับปัญหามลภาวะบริเวณชายฝั่ง อันเนื่องมาจากการไหลลงของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม จากโรงแรม จากแหล่งชุมชนขนาดใหญ่ จำนวนมากที่ตั้งอยู่บริเวณชายฝั่งทะเล และอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งตั้งแต่ชายฝั่งจังหวัดชลบุรี ระยอง เรื่อยไปจนถึง จังหวัดจันทบุรี และตราด ซึ่งนำน้ำทะเลมาใช้ในการเพาะเลี้ยง และปล่อยน้ำทิ้งที่มีปริมาณของเสียปะปนอยู่กลับสู่สิ่งแวดล้อม ถ้าผู้ประกอบการสามารถควบคุมคุณภาพน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงได้ เป็นการช่วยลดปริมาณการใช้น้ำทะเลและปล่อยของเสียสู่สิ่งแวดล้อมได้ นอกจากนี้จะช่วยให้อาณาบริเวณสิ่งแวดล้อมในการเพาะเลี้ยงดีขึ้น ซึ่งย่อมส่งผลต่อการเจริญเติบโต การรอดตาย และความสมบูรณ์แข็งแรงของสัตว์น้ำที่จะออกสู่ตลาดต่อไปด้วย

คุณภาพน้ำในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเค็มที่มีความสำคัญประการหนึ่งคือ การสะสมอินทรีย์ไนโตรเจน ได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท เป็นต้น ซึ่งถ้ามีการสะสมสูงกว่าปกติที่สัตว์น้ำจะรับได้ก็จะมีผลต่อสุขภาพของสัตว์น้ำนั้นๆ ทำให้มีความอ่อนแอ ติดโรคได้ง่าย มีความจำเป็นต้องใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะในการกำจัดและควบคุมจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ซึ่งจะมีผลกระทบโดยตรงกับจำนวนเงินหรือผลกำไรที่จะลดลงจากการเลี้ยงในครั้งนั้นๆ ด้วย และเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าสารเคมีและยาปฏิชีวนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงส่วนใหญ่มีการสะสมในเนื้อเยื่อของสัตว์น้ำ ซึ่งจะส่งต่อสู่ผู้บริโภคตามระบบห่วงโซ่อาหารได้ สารเคมีและยาปฏิชีวนะที่ใช้บางชนิดมีผลต่อภูมิคุ้มกันและสุขภาพอนามัยของผู้บริโภคได้ ถึงแม้จะได้รับการยืนยันความปลอดภัยของการใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะนั้นๆ แล้วก็ตาม แต่ถ้าสัตว์น้ำที่ออกสู่ตลาดมีสารเคมีและยาปฏิชีวนะสะสมในเนื้อเยื่อคงไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคและตลาดเท่าที่ควร

สารประกอบทั้งอินทรีย์และ/หรืออนินทรีย์ไนโตรเจนในน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ก่อให้เกิดผลเสียต่อสัตว์น้ำที่ทำการเลี้ยงหลายประการ ดังนี้

- 1) เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ สารประกอบไนโตรเจนที่อาจเป็นพิษต่อสัตว์ ได้แก่ แอมโมเนีย ไนโตรเจน ไนไตรท์ และไนเตรท โดยปกติแอมโมเนียไนโตรเจนจะอยู่ในรูปของแอมโมเนียมไอออน

(NH_4^+) เมื่อระดับพีเอชเท่ากับ 7 และจะไม่แสดงความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ในทางตรงกันข้ามถ้าหากระดับพีเอชเพิ่มมากขึ้นจะมีผลให้แอมโมเนียในโตรเจนจะเปลี่ยนสภาพเป็นแอมโมเนียอิสระ (NH_3) ในปริมาณ 0.01-2 มิลลิกรัม/ลิตร หรือมากกว่าจะแสดงความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ เนื่องจากแอมโมเนียในรูปไม่แตกตัวนั้น จะสามารถแพร่กระจายผ่านผนังเซลล์ได้ดี เนื่องจากไม่มีประจุไฟฟ้า และสามารถละลายได้ในไขมัน ซึ่งเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งของผนังเซลล์ได้ ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ การให้อาหารประเภทที่มีโปรตีนสูงนั้น ของเสียหรือเศษอาหารที่เหลืออยู่ จะทำให้ปริมาณของแอมโมเนียในน้ำสูงขึ้น ซึ่งจะเป็นพิษต่อสัตว์น้ำได้ โดยจะมีผลทำให้การเจริญเติบโตของปลาลดลง เนื่องจากเหงือกถูกทำลาย คือ บริเวณเหงือกจะมีการเพิ่มของจำนวนเซลล์ (hyperplasia) เซลล์บางเซลล์จะมีการขยายใหญ่ขึ้น และมีการรวมตัวกัน (hypertrophy) เซลล์บวมน้ำ (edema) และการเสื่อมสภาพของเซลล์ (cellular degeneration) ทำให้ความสามารถในการนำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายลดลง โดยฮีโมโกลบินของเลือดจะสูญเสียความสามารถในการรวมกับออกซิเจนและมีผลทำให้การกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกายได้น้อยลง อาจกล่าวได้ว่าความเป็นพิษที่เกิดจากแอมโมเนียในโตรเจนมีมากขึ้นตามระดับพีเอชที่สูงขึ้น ในกรณีของไนไตรท์ ในสถานะที่น้ำมี pH ต่ำหรือเป็นกรด จะมีปริมาณไฮโดรเจนไอออน (H^+) สูง ซึ่งไฮโดรเจนไอออนนั้น จะทำปฏิกิริยากับไนไตรท์ ได้กรดไนตริก (nitrous acid) ซึ่งจะมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำสูงกว่าไนไตรท์ ในสภาวะปกติไนไตรท์ในน้ำมักไม่ค่อยทำอันตรายต่อสัตว์น้ำ นอกจากจะเกิดการสะสมจนกระทั่งถึงระดับที่เป็นพิษ ดังนั้นในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ อาจมีการสะสมของไนไตรท์จนถึงระดับที่เป็นพิษได้โดยเฉพาะบ่อที่มีการหมุนเวียนเอาน้ำที่ใช้อยู่แล้วกลับมาใช้ใหม่ ส่วนในเตรททางด้านการประมงไม่ถือว่ามีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำโดยตรง นอกจากจะมีระดับความเข้มข้นสูงมาก แต่จะทำให้เกิดปัญหาทางอ้อมในกรณีที่ในเตรท มีการเปลี่ยนสภาพมาเป็นไนไตรท์ และแอมโมเนีย

2) ทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) มีปริมาณลดต่ำลงน้ำเสียที่มีแอมโมเนียในโตรเจนจะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดต่ำลง มีผลโดยตรงต่อการหายใจของสัตว์น้ำ ทั้งนี้เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชัน โดยแอมโมเนียในโตรเจนจะถูกเปลี่ยนไปเป็นไนไตรท์ และไนเตรทตามลำดับ ซึ่งในเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันที่เกิดขึ้นต้องการออกซิเจนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ

3) ทำให้เกิดการเจริญอย่างมากของสาหร่าย (Bloom) ทำนองเดียวกันกับการเกิดยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) ในธรรมชาติ สารประกอบไนโตรเจนโดยเฉพาะ ไนเตรท จะทำให้สาหร่ายในบ่อเลี้ยงนั้นเติบโตอย่างรวดเร็ว และมากขึ้น จนในที่สุดสาหร่ายเหล่านี้จะตายไป และจะเกิดการทับถมกันบริเวณก้นบ่อ เมื่อปริมาณมากขึ้นจะเกิดปัญหาการเน่าเหม็น (เกิดการย่อยสลายเซลล์ของสาหร่ายที่ตายแล้ว) และน้ำเกิดการเน่าเสียมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำซึ่งจะเป็นปัญหาต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำในเวลากลางคืน โดยเซลล์สาหร่ายจะมีการหายใจมาก ทำให้น้ำในบ่อเลี้ยงขาดออกซิเจน อาจทำให้สัตว์น้ำที่อาศัยอยู่เสียชีวิตได้

4) ทำให้สิ้นเปลืองคลอรีนในการฆ่าเชื้อ เนื่องจากคลอรีนจะทำปฏิกิริยาเคมีกับแอมโมเนียในโตรเจนที่มีอยู่ในน้ำเสีย การฆ่าเชื้อโรคจึงสิ้นเปลืองปริมาณคลอรีนมากขึ้นเพื่อใช้ในการทำลายแอมโมเนียเสียก่อน ผลของปฏิกิริยาได้สารประกอบคลอรามีน (Chloramines) ซึ่งสามารถฆ่าเชื้อได้แต่อำนาจในการฆ่าเชื่อนั้นต่ำกว่าคลอรีนอิสระมาก ดังนั้นการสิ้นเปลืองคลอรีนจึงมากขึ้นเมื่อนำไปใช้กับน้ำที่มีแอมโมเนียในโตรเจนปะปนอยู่

ทั้งนี้ในกรณีของน้ำเค็มที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเค็ม หากปล่อยออกสู่แหล่งน้ำจัดสาธารณะ จะมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมเพิ่มขึ้นมาอีกปัจจัยหนึ่งด้วย

ระบบบำบัดทางชีวภาพจะอาศัยสิ่งมีชีวิตได้แก่ จุลินทรีย์ สาหร่ายและพืชน้ำ ในการ ทำลายย่อยสลาย คูดจับ หรือเปลี่ยนรูปของมลสาร ซึ่งอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ต่างๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียให้มีความสกปรกน้อยลง โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่มีส่วนสำคัญในการกระตุ้นปฏิกิริยาทางชีวเคมีสลายแล้วมลสารซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่สารอินทรีย์ต่างๆ ในน้ำเสียจะถูกเปลี่ยนมาเป็นมวลจุลินทรีย์ที่สามารถแยกออกได้ง่ายด้วยการตกตะกอน หรือใช้วัสดุตัวกลางให้จุลินทรีย์ยึดเกาะ

การบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติอาศัยกลไกธรรมชาติทั้งที่เป็นกระบวนการทางกายภาพทางเคมี และทางชีวภาพ ที่มีอยู่ในดิน น้ำ พืช และจุลินทรีย์เพื่อช่วยในการปรับสภาพน้ำเสียให้เป็นน้ำที่มีสารปนเปื้อนลดน้อยลง โดยไม่ได้อาศัยเครื่องจักรกลมาทำการบำบัดน้ำเสีย จึงเป็นวิธีที่ประหยัดพลังงานไฟฟ้า ใช้ผู้ควบคุมระบบบำบัดน้ำดีกว่าระบบบำบัดอื่น ๆ แต่ต้องอาศัยเทคนิคการบริหารจัดการพื้นที่บำบัดอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากต้องใช้พื้นที่มากและต้องไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การบำบัดน้ำเสียแบบธรรมชาติ มีอยู่ด้วยกัน 3 วิธีใหญ่ ได้แก่ วิธีบำบัดน้ำเสียแบบกระจายบนดิน (land treatment systems) วิธีบึงประดิษฐ์ (constructed wetland systems) และวิธีพืชลอยน้ำ (floating aquatic plant treatment systems)

วิธีการบำบัดแบบบึงประดิษฐ์ เป็นระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยกระบวนการทางธรรมชาติเป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการใช้ปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้ว แต่ต้องการลดปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสก่อนระบายออกสู่แหล่งรองรับน้ำทิ้ง ข้อดีของระบบนี้ คือ ไม่ซับซ้อนและไม่ต้องใช้เทคโนโลยีในการบำบัดสูง

บึงประดิษฐ์ (constructed wetlands) สร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเลียนแบบ บึงหรือพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีอยู่ตามธรรมชาติด้วยการปลูกพืชชนิดต่างๆ เช่น พืชจำพวก อ้อ (*Phragmites*) กก (*Scirpus*) และธูปฤาษี (*Typha*) บนทราย กรวดหรือดินซึ่งใช้เป็นตัวกรอง ในรูปร่างที่แตกต่างกันตามความเหมาะสม

แต่ที่ผ่านมามีส่วนใหญ่นิยมจะใช้การบำบัดแบบบึงประดิษฐ์กับน้ำเสียในหลายๆ รูปแบบทั้ง น้ำเสียชุมชน น้ำเสียอุตสาหกรรม ตลอดจนน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นรูปแบบการนำไปใช้ในส่วนของการบำบัดเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้บึงประดิษฐ์ยังเป็นระบบบำบัดที่ต้องการพื้นที่มากในการ

จัดการ ซึ่งไม่เหมาะสมต่อพื้นที่ที่มีราคาที่ดินในราคาแพง โดยเฉพาะตามฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเค็มตามชายฝั่งทะเล หากประยุกต์บึงประดิษฐ์ในรูปแบบที่มีขนาดไม่ใหญ่ มีประสิทธิภาพสูง สามารถนำน้ำที่ผ่านระบบบำบัดกลับมาใช้ได้อีก จะสามารถช่วยปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และเพิ่มศักยภาพในการบริหารจัดการน้ำเค็มในการเพาะเลี้ยงได้อย่างมาก และในสภาวะปัจจุบันราคาน้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาสูงขึ้นอย่างมาก ส่งผลถึงราคาต้นทุนส่งน้ำเค็มจากชายฝั่งไปสู่ฟาร์มเพาะเลี้ยงในกรณีสถานประกอบการไม่อยู่ติดชายฝั่งทะเล หรือค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำทะเลเข้าสู่ฟาร์มในกรณีสถานประกอบการอยู่ติดชายฝั่งทะเล มีความสิ้นเปลืองสูงขึ้นอย่างมาก การนำน้ำที่ผ่านระบบบำบัดกลับมาใช้จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนการเพาะเลี้ยงลงได้ รวมทั้งเป็นการประหยัดพลังงานและลดการใช้ น้ำมันเพลิง ลดการนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งถือเป็นแนวทางปฏิบัติตามนโยบายเร่งด่วนของรัฐบาลในปัจจุบัน ทั้งด้านสิ่งแวดล้อม ด้านพลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพโดยตรง

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อลดปริมาณสารประกอบไนโตรเจนจากการเลี้ยงสัตว์น้ำเค็มโดยระบบบำบัดแบบบึงประดิษฐ์ประสิทธิภาพสูง เพื่อลดขนาดระบบบำบัดให้มีขนาดที่เหมาะสมต่อสถานประกอบการเอกชนซึ่งมีพื้นที่จำกัด สามารถนำน้ำเค็มที่ผ่านการบำบัดกลับมาใช้ในการเพาะเลี้ยงได้ ลดการปล่อยน้ำเค็มทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อม ลดปัญหาการเกิดมลภาวะของแหล่งน้ำเค็ม ป้องกันการเสียสภาพในกรณีดินเค็มบริเวณรอบฟาร์มเพาะเลี้ยงจากการปล่อยทิ้งน้ำเค็ม ลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงในการขนส่ง หรือการสูบน้ำเค็มมาใช้ในการเพาะเลี้ยง