

## ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) ที่ใช้ในตู้ทะเล



การใช้ถ่านกัมมันต์ในตู้ทะเลนั้น ได้มีการถกเถียงกันมาตลอด โดยมีผู้ให้ความเห็นตั้งแต่ "ต้องใช้" จนถึง "ห้ามใช้" เลยทีเดียว ในปัจจุบันผู้เลี้ยงส่วนใหญ่ตระหนักถึงข้อดี และความจำเป็นของถ่านกัมมันต์ในระบบกรอง แต่กระนั้นนักเลี้ยงตู้ทะเลที่ใช้น้ำไม่ก็คนเท่านั้น ที่รู้ว่าถ่านกัมมันต์มันกำจัดอะไรไปบ้าง และมันมีประโยชน์ในทางไหนบ้าง ดังนั้นบทความนี้ จะอธิบายตั้งแต่กระบวนการผลิตที่มีผลต่อคุณลักษณะของถ่านกัมมันต์ที่ได้ กลไกการกรอง หรือการดูดซับของถ่านกัมมันต์ และปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพ สุดท้าย จะกล่าวถึงเทคนิคในการใช้ และสิ่งที่นักเลี้ยงต้องทราบเวลาเลือกถ่านกัมมันต์ สำหรับใช้ในตู้ทะเล

### สารอินทรีย์ที่เป็นพิษในตู้ทะเล

โดยธรรมชาติแล้ว แนวปะการัง ทะเล มหาสมุทร จะมีระบบการกำจัดหรือวัฏจักรของ "ของเสีย" ที่สมดุลอยู่แล้ว แต่ตู้ทะเลนั้นมีข้อแตกต่าง เพราะเป็นระบบที่ใช้สิ่งแวดล้อมสังเคราะห์ แม้ว่าแอมโมเนีย หรือไนไตรท์ ถูกเปลี่ยนเป็นไนเตรทได้ไม่ยากโดยระบบกรองชีวภาพ แต่ก็มีสารประกอบอินทรีย์อีกไม่น้อย ที่จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ยาก และไม่มีทางระบายออก ทำให้เกิดการสะสมในระบบ ซึ่งสารอินทรีย์จำพวกนี้มีมากมายหลายชนิด แต่ระบุได้เพียงไม่กี่ชนิด เป็นต้นว่ากรดอินทรีย์ ฟีนอลิก โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ฮอร์โมน และพวกสารปฏิชีวนะ

และถึงแม้จะมีเพียงไม่กี่ชนิดที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในตู้ทะเล แต่การสะสมทำให้เกิดการเพิ่มปริมาณ heterotrophic bacteria (แบคทีเรียที่ไม่สังเคราะห์แสง รับประทานอาหารจากการย่อยสลายสารอินทรีย์รอบตัว) ซึ่งจะเพิ่มความต้องการออกซิเจนในตู้ ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมามาก pH ลดต่ำลง ลดค่ารีดอกซ์ และสารอินทรีย์บางตัวยังทำให้น้ำเป็นสีเหลือง (น่าจะเป็นพวกฟีนอลิก) ซึ่งจะทำให้แสง Actinic ช่วง 420 นาโนเมตร ผ่านได้น้อยลง เป็นการยากที่จะระบุชี้

ชี้ว่าสารประกอบอินทรีย์ตัวไหน อยู่ในระบบของเรา และมันส่งผลอะไรต่อสิ่งมีชีวิตในตู้บ้าง แต่ได้มีการสังเกตว่า หากตู้มีปริมาณสารอินทรีย์สูง จะมีผลทำให้อัตราการเกิดโรคในปลาสูงขึ้นด้วยเช่นกัน อัตราการเจริญของปลาน้อยลงในวัยเจริญเติบโต และไม่มีการเพิ่มจำนวนในปลาวัย เจริญพันธุ์ นักวิจัยบางกลุ่มเชื่อว่า ปริมาณสารอินทรีย์ในตู้ที่สูงเกินไป ทำให้พวก สมช. ก่อให้เกิดโรคเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ดังนั้นการลดปริมาณสารอินทรีย์ในตู้ทะเลมีความจำเป็น และถ่านกัมมันต์เป็นทางเลือกที่ราคาถูก และมีประสิทธิภาพทางหนึ่ง

### ขั้นตอนการผลิตถ่านกัมมันต์

ถ่านกัมมันต์ผลิตได้จากวัสดุหลายๆอย่าง เป็นต้นว่าไม้ ถ่านหินลิกไนต์ หรือ กะลามะพร้าว เป็นต้น ขั้นตอนหลักๆ ก็คือการนำมาให้ความร้อน เรียกกระบวนการนี้ว่า "คาร์บอนไนซ์เซชัน" จากนั้นจึงอัดด้วยไอน้ำร้อนยิ่งยวด (200-1600 องศาเซลเซียส) ภายใต้การควบคุมปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้เกิดร่างแหรูพรุนภายใน และร่างหมู่ฟุ้งกั้นบนพื้นผิวในแต่ละส่วน ดังนั้นกระบวนการผลิตจึงทำให้ถ่านกัมมันต์มีความสามารถในการกรองที่แตกต่าง ผลิตภัณฑ์อาจจะอยู่ในรูปเม็ดเล็กๆ (Granular Activated Carbon, GAC) อยู่ในรูปเป็นผง (Powder Activated Carbon, PAC) หรืออยู่ในรูปผงอัดเป็นแท่ง (compressed PAC)

ถ่านกัมมันต์บางอย่างจะถูกล้างด้วยกรดฟอสฟอริก ซิงค์คลอไรด์ หรือโปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งถ่านกัมมันต์ปฏิบัติการเคมีเหล่านี้ โดยมากไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในระบบกรองของตู้ทะเลเนื่องจากจะปลดปล่อย ฟอสเฟต โลหะหนัก และทำให้ค่า pH เหวี่ยงได้

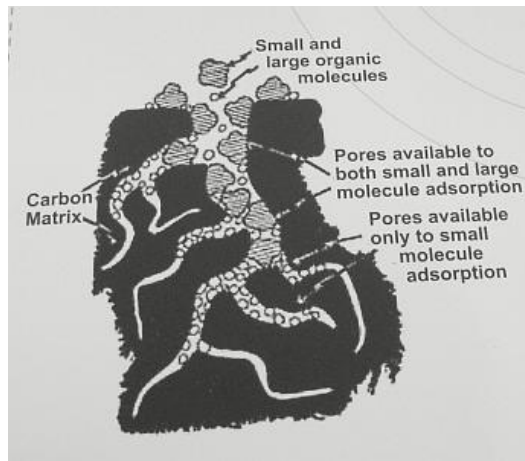
### กระบวนการดูด(ซึม/จับ) : การทำงานของถ่านกัมมันต์

ถ่านกัมมันต์กำจัดสารอินทรีย์ในน้ำโดยใช้หลักการดูดซับ (Adsorption) และดูดซึม (Absorption) การดูดซับ จะเป็นการจับกันอย่างหลวมๆ ของสารอินทรีย์ และคาร์บอนที่ผิวของถ่านกัมมันต์ โดยยึดกันด้วยแรงแวนเดอร์วาลส์ ในทางทฤษฎี สารที่ถูกดูดซับอาจจะถูกปล่อยกลับออกมาได้ แต่จากการสังเกต ทดลอง ได้แสดงให้เห็นว่า ภาวะการปล่อยกลับออกมานั้นเกิดขึ้นได้ยาก แบบที่เรียมักจะสร้างกลุ่มอยู่ที่ผิวของถ่านกัมมันต์ และกินบางส่วนของสาร อินทรีย์ ที่ถูกดูดซับไว้ ซึ่งจะเป็นการช่วยคืนรูพรุนของถ่านกัมมันต์บางส่วน และป้องกันการหลุดกลับของสารอินทรีย์ที่ถูกดูดซับไว้

ส่วนกระบวนการดูดซึมนั้น จะอาศัยหลักการแพร่ของก๊าซ หรือสารประกอบเข้าไปในร่างแหรูพรุนภายในเม็ดถ่าน ซึ่งภายในจะเกิดปฏิกิริยาเคมี หรือเกิดการจับยึดโดยความเป็นร่างแหยึดเหนี่ยวไว้ ยกตัวอย่างการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น โอโซน ถูกดูดซึมเข้าไป และถูกคาร์บอนรีดิวซ์เป็นออกซิเจน ซึ่งตัวโอโซน หรือออกซิเจนไม่ได้ไปสร้าง หรือถูกจับไว้โดยถ่านกัมมันต์แต่อย่างใด ส่วนกระบวนการดูดซึมอีกประเภทคือการถูกดูดซึมเข้าไปแล้ว เกิดปฏิกิริยาที่ย้อนกลับไม่ได้ สร้างพันธะที่หนาแน่นกับคาร์บอนของถ่านกัมมันต์

โดยทั่วไปแล้ว สารที่มีโมเลกุลใหญ่จะถูกดูดซึม/จับได้ช้ากว่าสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก นอกจากนี้อัตราการดูดซึม/จับจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ pH ความเค็ม แต่ปัจจัยเหล่านี้จะไม่กล่าวถึงเนื่องจากระบบตู้ทะเลต้องการให้ปัจจัยเหล่านี้คงที่อยู่แล้ว

### ปัจจัยที่มีผลต่อคุณลักษณะของถ่านกัมมันต์



ถ่านกัมมันต์มีมากมายหลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะกับแต่ละงานไม่เหมือนกัน เบื้องต้น จำแนกออกเป็นใช้กับอากาศ และใช้กับของเหลว พวกที่ใช้กับอากาศ จะพบได้ในเครื่องปรับอากาศ ระบบฟอกอากาศ หน้ากากแก๊ส โดยทั่วไปพวกสาร pollutant ในอากาศ (ไม่รู้จะใช้คำไหนดี เอาเป็นว่าสารพวกที่ไม่เป็นที่ต้องการ แต่ไม่ถึงขนาดเป็นมลพิษ เช่นกลิ่นต่างๆ) มีโมเลกุลขนาดเล็ก ถ่านกัมมันต์ที่เลือกใช้ จึงควรมีรูพรุนขนาดเล็ก (จำพวก microporous) ซึ่งเป็นตัวดูดซึม/จับ ได้ดีที่สุดในตู้ทะเล จะกลับมีประสิทธิภาพที่ต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากรูขนาดเล็กประมาณ 15 อังสตรอม (1อังสตรอม=0.000000001 เมตร) นั้นเล็กเกินที่จะดูดซับ "มลสารตู้ปลา" (aquarium pollutant) ซึ่งโดยมากเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีโมเลกุลใหญ่ ส่วนถ่านกัมมันต์ที่มีรูพรุนขนาดใหญ่ (macroporous) ประมาณ 30 อังสตรอม ซึ่งมีขนาดใหญ่พอที่จะดูดซับ "มลสารตู้ปลา" (aquarium pollutant) ไว้ได้

วัตถุดิบที่นำมาผลิตถ่านกัมมันต์ มีผลอย่างมากต่อขนาดรูพรุนที่เกิดขึ้น เช่น ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว รูพรุนที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็ก (microporous) ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้ว ถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว จะใช้ในการกำจัดคลอรีนในน้ำประปา ถ่านหินลิกไนต์ใช้ในการทำถ่านกัมมันต์ที่มีรูพรุนขนาดใหญ่ (macroporous) ส่วนไม้ หากนำมาทำ จะให้รูพรุนขนาดเกือบๆ ใหญ่ (ประมาณ 25 อังสตรอม)

ตัวแปรอื่นที่ถุกนำมาใช้ในเชิงการตลาด ได้แก่ ปริมาณพื้นที่ทั้งหมด (Total Surface Area, TSA) มีหน่วยเป็น ตารางเมตรต่อกรัม แต่ทั้งนี้ควรจะทราบด้วยว่าถ่านกัมมันต์ที่มีร่างแหรูพรุนภายในโครงสร้าง จำนวนมาก แต่ช่องเปิดออกสู่ภายนอกขนาดเล็กมาก หรือไม่มีเลย ก็มีค่า TSA สูงเช่นเดียวกัน ซึ่งในกรณีนี้ก็กลับไม่มีประสิทธิภาพในการดูดซับอะไร

เลย การประเมินค่าความพรุนของรูขนาดเล็ก (microporosity) นั้นจะดูที่ Iodine Number (คนละอันกับค่าความไม่อิ่มตัวของไขมันละเอื้อ) ค่า Iodine number ที่มากกว่า 1000 ซึ่งให้เห็นว่าถ่านกัมมันต์มีรูพรุนขนาดเล็ก (microporous) จำนวนมาก ซึ่งรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมากส่งผลให้ปริมาณพื้นที่ทั้งหมด (TSA) สูงเช่นกัน ส่วนค่า Molasses Number ใช้ในการประเมินว่า รูขนาดใหญ่ที่ใหญ่มากน้อยแค่ไหน (macroporosity) โดยทั่วไปค่า Molasses Number ควรมากกว่า 400 ถ่านกัมมันต์บางชนิด มีค่า Molasses Number เท่ากับ 1000 เลยทีเดียว ต่างกับค่า Iodine Number ยิ่งค่า Molasses Number มาก (ขนาดรูใหญ่) แต่ค่า TSA กลับลดลง (ด้วยหลักการของพื้นที่ผิวธรรมดา) ซึ่งค่าเหล่านี้ควรจะทราบไว้ เวลาดูสเปกของถ่านกัมมันต์ที่จะซื้อ

ในบางครั้ง เราอาจจะเจอค่า Hardness และ Abrasion number แต่ไม่ต้องใส่ใจ เพราะมันใช้สำหรับคาร์บอนที่จะใช้แบบใช้ซ้ำ โดยอาศัยกระบวนการฟื้นฟูสภาพ (reactivation) การฟื้นฟูสภาพถ่านกัมมันต์ จะทำกันในโรงบำบัดน้ำขนาดใหญ่บางแห่งเท่านั้น (เนื่องจากการลงทุนเครื่อง reactivate แพง) การฟื้นฟูสภาพ ต้องทำในสภาวะอุณหภูมิสูง และควบคุมสภาพแวดล้อม เพื่อที่จะคืนสภาพหน่วยดูดซับ

การอัดผงถ่านกัมมันต์ และปล่อยให้แห้งผ่านซ้าๆ เป็นการเพิ่มช่วงเวลาที่น้ำสัมผัสกับถ่านกัมมันต์ ซึ่งจะช่วยให้โอกาสการดูดซึม/ซับ มลสารต่างๆ ได้

โดยทั่วไปแล้ว ถ่านกัมมันต์ที่ใช้ในระบบตู้ทะเล จะมีขนาดของเกล็ดประมาณ 1.4 มม. ถึง 4.75 มม. การนำถ่านกัมมันต์มาซักซ้อนโต๊ะ แล้วบดให้เป็นผง แทบจะไม่ได้เป็นการเพิ่ม พื้นที่ผิวอะไรเลย เนื่องจากตัวถ่านกัมมันต์เอง มีความพรุนอย่างมากในโครงสร้างของมันอยู่แล้ว ดังนั้นการนำมาบดเป็นเพียงการเปิดให้พื้นที่ผิวภายในเม็ดออกมาเท่านั้น (อาจจะเพิ่มบ้าง แต่แทบไม่ถึงว่าเป็นสาระสำคัญ) ดังนั้นการนำถ่านกัมมันต์มาบด จึงสามารถเพิ่มอัตราการดูดซึม/ซับได้ (ดูดได้เร็วขึ้น) แต่ไม่ได้ทำให้มันสามารถจุมลสารได้มากขึ้นเลย

ซีเถ้า เป็นสารอนินทรีย์ที่หลงเหลือจากกระบวนการผลิตถ่านกัมมันต์ โดยส่วนใหญ่แล้วก็คือเหล็ก และแคลเซียม ออกไซด์เป็นหลัก สำหรับซีเถ้าที่ละลายน้ำได้ จะถูกน้ำพาออกจากเม็ดถ่านระหว่างกระบวนการล้างด้วยน้ำ ในการผลิตถ่านกัมมันต์คุณภาพสูง ถ่านจะถูกล้างด้วยกรดอีกทีเพื่อกำจัดสารอนินทรีย์ที่ยังหลงเหลือทั้งหมด แต่โดยมาก มักจะใช้กรดฟอสฟอริก จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับตู้ปลา เนื่องจากเป็นแหล่งฟอสเฟต

ตอนนี้เราจะคิดว่าเราดู spec ของถ่านกัมมันต์ก็ตัดสินใจได้แล้วว่าอันไหนดีกว่าอันไหน (ในการใช้งานแบบเดียวกัน) ถึงแม้ในทางทฤษฎีจะเป็นอย่างนั้น แต่ในทางปฏิบัติกลับมีประโยคกล่าวสรุปไว้ว่า "ไม่มีทฤษฎีที่ถูกต้องที่สุดในการเลือกถ่านกัมมันต์ที่เหมาะสม และดีที่สุด โดยปราศจากการทดลองใช้จริง!" ได้มีการนำถ่านกัมมันต์สองยี่ห้อที่มี spec เหมือนกันมาทดลองเปรียบเทียบอัตราเร็ว และความจุในการดูดซึม/ซับ แต่กลับให้ผลแตกต่างกันอย่างมาก ถ่านกัมมันต์สำหรับใช้ในตู้ปลาบางยี่ห้อ มีราคาสูงมาก แต่กลับมีประสิทธิภาพน้อยกว่าถ่านกัมมันต์เอนกประสงค์ (ใช้ทั่วๆ ไป) ที่ราคาไม่แพงซะด้วยซ้ำ หนึ่งในวิธี (ที่ไม่ถูกต้องนัก) ที่นิยมใช้ในการเปรียบเทียบคุณภาพของถ่าน กัมมันต์ยี่ห้อต่างๆ คือ "ดูความสามารถในการดูดสารจำพวกสีย้อม" เช่น เมทิลีนบลู (methylene blue) แต่นั่นมันก็เป็นเพียงความสามารถในการดูดซึม/ซับ สารจำพวกสีย้อม ผู้ผลิตไส้กรองรายหนึ่งโชว์การแสดงว่า ไส้กรองคาร์บอนที่เขาผลิต มีความสามารถดูดสี

มาลาโคกรีน (malachite green) ได้ดีกว่าไส้กรองยี่ห้ออื่นๆ แต่เมื่อนำมาทดสอบอย่างละเอียดแล้วพบว่า สีของมาลาโคกรีนที่หายไป เกิดจากเม็ดสีไปจับกับโพลีเอสเทอร์ที่เป็นภาชนะบรรจุ ไม่ได้เกิดจากถ่านกัมมันต์ภายใน หน้าซ้ำ เมื่อเอาถ่านกัมมันต์ภายในกระบอกกรองนี้ออกจนหมดแล้ว เจ้ากระบอกโพลีเอสเทอร์เปล่าๆ มันยังดูมาลาโคกรีนได้ดีกว่า ถ่าน กัมมันต์ยี่ห้ออื่นๆเลย แต่การทดลองนี้ใช้ได้กับมาลาโคกรีนเท่านั้น ถ้าไส้กรองชนิดเดิมนี่ใช้กับสีย้อมชนิดอื่น กลับให้ผลแย่มากที่สุด ไม่ว่าจะเป็นเรื่องอัตราการดูดซึม/ซับ หรือความจุการดูดซึม/ซับ เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ไส้กรองจากผู้ผลิตรายอื่นๆ การใช้ถ่านกัมมันต์ในตู้ทะเลนั้น ก็เพื่อกำจัดสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งมีหลายประเภทมาก หากจะทดสอบประสิทธิภาพ หรือประเมินคุณภาพในห้องทดลอง ก็ควรจะซ้มนลสารแวดล้อมให้เหมือนกับตู้ปลาจริงๆ ไม่ใช่ใช้เพียงชนิดเดียวแล้วจะมาตัดสินนั้นเป็นสิ่งที่ถูกต้อง ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพที่กล่าวอ้างไม่ตรงกับความเป็นจริงและทำให้ผู้เลี้ยงปลาไม่พึงพอใจ

การทดสอบทางวิทยาศาสตร์ต้องดูค่า "adsorption isotherms" ซึ่งก็คือความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารที่ถ่านกัมมันต์ดูดเข้าไป และความเข้มข้นสารที่หลงเหลืออยู่ในน้ำด้วย การตรวจหาค่าความต้องการออกซิเจนจากปฏิกิริยาเคมี (COD) / ความต้องการออกซิเจนจากสิ่งมีชีวิต (BOD) / ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ทั้งหมด (TOC) เหล่านี้ต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาสูงมาก ในอนาคต อาจจะมีการนำแสงเลเซอร์มาใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำในตู้ทะเล และคุณภาพของถ่านกัมมันต์ (ชาว DIY ท่านใดอยากจะทำก็ลองเอาผลงานมาเสนอกันมั่งนะ) นักเลี้ยงปลาส่วนใหญ่ ไม่มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปศึกษาประสิทธิภาพการดูดซึมของถ่านกัมมันต์ ส่วนใหญ่จะอาศัยดูจากโฆษณา การแนะนำจากร้านค้า หรือจากเพื่อน หนังสือเลี้ยงปลาบางเล่มเชียร์ถ่านกัมมันต์ (รวมถึงสินค้าอื่นๆ) บางยี่ห้อเพียงเพราะว่าคนเขียนขายยี่ห้อนั้นๆ อยู่ โดยไม่คำนึงถึงข้อเท็จจริง และผลการศึกษาทางวิทยาศาสตร์อะไรเลย ดังนั้นนักเลี้ยงปลาจึงควรระวังที่จะตัดสิน "คุณภาพ" ถ่านกัมมันต์จาก "ราคา" ถึงแม้ว่าถ่านกัมมันต์ที่มีคุณภาพดีมักจะมีราคาสูง แต่ราคาที่สูงกลับไม่ได้บ่งบอกว่าถ่านกัมมันต์ยี่ห้อนั้นดี

มีการทดลองหาฟอสเฟตในถ่านกัมมันต์ 9 ตัวอย่าง ซึ่งจากการทดลองครั้งนั้น พบฟอสเฟตถึง 5 ตัวอย่าง และใน 5 ตัวอย่างนี้ มีชนิดที่เรียกตัวเองว่า "ถ่านกัมมันต์สำหรับตู้ปลา" อยู่ด้วย

อีกหนึ่งความเข้าใจผิดก็คือ ความคิดที่ว่าถ่านที่ดี เวลาใส่น้ำจะมีเสียงฟู่ หรือปล่อยฟองอากาศออกมา ถ่านกัมมันต์ที่เจ๋งๆ หลายตัวไม่ได้มีเสียง หรือปล่อยฟองเลย ในอุตสาหกรรมบำบัดน้ำ หรืออุตสาหกรรมการผลิตถ่านกัมมันต์เองก็ตาม ไม่ได้ใช้ "เสียงฟู่" เป็นตัวบ่งบอกคุณภาพแต่อย่างใดเลย

ผู้เลี้ยงสามารถประเมินถ่านกัมมันต์หลายๆ ยี่ห้ออย่างง่ายด้วยตนเอง ในตู้ทะเลของตน โดยการเลือกใช้ที่ละลายยี่ห้อ และใช้จนกว่ารู้สึกว่าจะต้องเปลี่ยน ระหว่างนี้ให้สังเกต และจดบันทึกความใส สี และโพลีโนสทิมเมอร์ ค่า pH ก็ควรจะนิ่ง โดยทั่วไป ถ่านกัมมันต์จะวัดเป็นปริมาตร ไม่ใช่น้ำหนัก ปริมาณถ่านกัมมันต์ควรจะเท่ากันในการทดลองแต่ละครั้ง เช่น ในคราวแรกใช้ยี่ห้อ ก. หนึ่งถ้วยต่อน้ำ 55 แกลลอน เมื่อเปลี่ยนมาใช้ยี่ห้อ ข. ก็ควรจะใช้อัตราเดียวกันนี้ ถ่านกัมมันต์ที่มีคุณภาพดี จะมีผลทำให้น้ำสะอาด และใส (แสงผ่านได้มากเนื่องจากสารอินทรีย์ต่างๆ ถูกถ่านกัมมันต์ดูดเอาไว้) ผู้เลี้ยงหลายๆ รายสามารถดูคุณภาพน้ำได้จากลักษณะปรากฏพวกไม่มีกระดุกสันหลังในตู้ (ถึงแม้ว่าจะจะเป็นสปีชีส์เดียวกัน แต่ลักษณะปรากฏในแต่ละตู้ทะเล จะไม่เหมือนกัน) แต่ลักษณะเหมือนกัน กันที่บอกได้ว่า น้ำคุณภาพไม่ดีคือ มันจะหุด หรือ

ดู "แยม" ปริมาณสารอินทรีย์ที่ลดลงจากคาร์บอน การเปลี่ยนน้ำ หรือการเปลี่ยนหัวทรายในสกินเมอร์ จะมีผลเชิงบวกกับชีวิตชีวี (สิ่งมีชีวิตที่เป็นตัวบ่งชี้) เหล่านั้นด้วย

ในทุกๆ รอบของการทดลอง ควรอย่างยิ่งที่จะทำให้สภาวะเหมือนกัน ตั้งแต่ปริมาณสิ่งมีชีวิตภายในตู้ (รวมถึงพวกหินเป็นตัว) ปริมาณการให้อาหาร และอื่นๆ ซึ่งหากไม่ควบคุมสิ่งเหล่านี้ จะทำให้ผลที่ได้ไม่ตรงความเป็นจริงครับ

### การใช้งานถ่านกัมมันต์ในตู้ทะเล

การดูดซึม/ซับ ต้องให้นำมาสัมผัสกับถ่านกัมมันต์ การดูดซึมมลสารจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณการสัมผัส จนถึงระดับสูงสุดที่ถ่านกัมมันต์ทำได้ โรงบำบัดน้ำบางแห่ง ใช้วิธีใส่ผงถ่านกัมมันต์ลงในถังกวนขนาดยักษ์ ทำให้การดูดซึม/ซับ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากข้อดีของถ่านกัมมันต์ที่เป็นผง (ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว) และมีอัตราการสัมผัสกับมลสารในระดับที่เหมาะสม อัตราการสัมผัสที่เหมาะสมนั้น มีความสำคัญกับระบบการกรองที่น้ำมีโอกาสผ่านสารกรองแค่ครั้งเดียว ยกตัวอย่างเช่นในระบบกรองน้ำประปา แต่การกรองในตู้ปลาจะใช้ทฤษฎีการเจือจาง โดยที่น้ำส่วนหนึ่งของระบบตู้ไหลผ่านถ่านกัมมันต์และไหลวนกลับไปในระบบ และไหลวนไปวนมาเรื่อยๆ ดังนั้นการเลือกขนาดของกรองถ่าน ต้องยึดหลักที่ว่า "อัตราการกำจัดมลสารต้องทำให้ได้มากกว่าอัตราการเกิด และสะสมของมลสารในระบบ" ถ้าระบบกรองถ่านเล็กเกินหรือการสัมผัสกับน้ำต่ำจะทำให้มลสารในระบบมีอัตรา การถูกกำจัดออกช้า ในขณะที่อัตราการเกิดใหม่มาก จึงเกิดการสะสมขึ้นเรื่อยๆ อีกกรณีคือ เมื่อถ่านกัมมันต์ดูดซับมลสารเข้าไปมากๆ จะลดประสิทธิภาพลงและเริ่มเกิดการสะสมมลสารในระบบได้เหมือนกัน

ตามทฤษฎีแล้ว น้ำที่จะผ่านตัวถ่านกัมมันต์ ควรได้รับการกรองเอาสิ่งสกปรกออกไปก่อน เพื่อลดการอุดตันของสิ่งสกปรกในถ่านกรอง แต่บางรายงานบอกว่า เพียงเอาถ่านกัมมันต์ใส่ถุง (น่าจะเป็นถุงผ้าที่ค่อนข้างโปร่ง) และวางไว้ในตำแหน่งที่น้ำไหลแรง ก็มีประสิทธิภาพดี ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการแสดงให้เห็นว่า ถูถ่านกรอง หรือถุงเรซินสามารถกำจัดมลสารอินทรีย์ ยาคัดค้าง ความกระด้าง หรือโลหะหนักได้ปริมาณมาก แต่ประสิทธิภาพ ก็ขึ้นกับความโปร่งของถุง ขนาดของถ่านกัมมันต์ และปริมาณของถ่านกัมมันต์ที่ใช้

ผู้เลี้ยงมักถามเสมอว่า "จะใช้ถ่านกัมมันต์ปริมาณเท่าไรดี???" ผู้ผลิตบางรายก็ได้ให้คำแนะนำในจุดนี้ แต่หลายๆ รายกลับไม่ได้กำหนดข้อบ่งชี้เอาไว้ รายงานวิจัย (อิสระ) ได้กล่าวไว้ว่า "มากเข้าไว้ดีกว่า" ซึ่งจะทำให้ตู้ทะเลมีความเสถียรในระยะยาวมากกว่า ข้อบ่งชี้คร่าวๆ คือ สองถ้วยตวง (480 cc) ต่อ น้ำ 55 แกลลอน (280 ลิตร) หากใช้ถ่านกัมมันต์ในตู้ที่มีปลาอย่างเดียว ก็ควรจะเปลี่ยนทุกๆ 6 เดือน ส่วนตู้ที่มีพวกปะการังควรจะเปลี่ยนบ่อยกว่า นั้นเนื่องจากสิ่งมีชีวิตจำพวกนี้ ปล่อยของเสียออกมามากกว่า ถ่านกัมมันต์พวกนี้ ไม่สามารถนำมาฟื้นฟูสภาพโดยการต้ม หรืออบในเตาอบ เนื่องจากสภาวะไม่เพียงพอที่จะทำลายสารที่ถ่านกัมมันต์ดูดเอาไว้ และคืนสภาพหน่วยดูดซับได้

## การกำจัดโอโซน (ขออนุญาตไม่แปล)

As mentioned earlier, activated carbon is used to neutralize ozone in marine aquariums. Ozone gas oxidizes the surface of the carbon particle reducing the ozone to oxygen. Excess unreacted ozone is released to the atmosphere through the "skimmer cup". An activated carbon impregnated pad cut to fit on top of the cup instantly neutralizes ozone and prevents its accumulation in the home. The carbon pad turns white as the activated carbon is destroyed in the neutralization process.

## การใช้ยา

ยาที่ใช้รักษาปลา หรือใช้ในตู้ทะเลส่วนใหญ่ จะถูกดูดซึม/ขับโดยถ่านกัมมันต์ ดังนั้นหากมีการใช้ยารักษาปลา พวกปฏิชีวนะ หรือพวกสารเคมีเช่น ฟอร์มาลิน มาลาโคทกรีน คอปเปอร์ซัลเฟต ควรเอาถ่านกรองออกก่อน จนกว่าการรักษาจะเสร็จสิ้น และควรใช้ถ่านกัมมันต์ใหม่ๆ เพื่อกำจัดยาเหล่านี้

## แร่ธาตุรอง (Trace elements)

ผู้เลี้ยงปลาหลายราย กล่าวว่าถ่านกัมมันต์ จะไปกำจัดแร่ธาตุรองที่จำเป็นออกจากระบบทั้งหมด ถ่านกัมมันต์มีความสามารถในการดูดซับแร่ธาตุรองเหล่านั้น แต่โดยธรรมชาติแล้ว มันกลับดูดพวกสารอินทรีย์มากกว่ามากๆ เมื่อเทียบแล้ว โปรตีนสกิมเมอร์กำจัดแร่ธาตุรองออกจากระบบปริมาณสูงกว่ามาก แต่ทั้งระบบกรองถ่าน โปรตีนสกิมเมอร์ต่างก็มีประโยชน์มากกว่าข้อเสียนี้มาก นอกจากนี้แร่ธาตุรองที่จำเป็น ยังถูกใช้โดยสาหร่าย ปลา และสัตว์ไม่มีโครง ที่อยู่ในตู้ด้วยเช่นกัน ซึ่งพวกแร่ธาตุรอง สามารถหาซื้อมาเติมเพื่อชดเชยส่วนที่หายไปได้

## สรุป: การเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ถ่านกัมมันต์

ดังที่เห็นกันแล้วว่า ถ่านกัมมันต์มีความสำคัญต่อระบบตู้ทะเล การกำจัดมลสารอินทรีย์ จะช่วยเพิ่มคุณภาพน้ำ และทำให้สิ่งมีชีวิตในตู้มีสุขภาพดี ผลิตภัณฑ์แต่ละตัว มีประสิทธิภาพไม่เท่าเทียมกัน และถ่านกัมมันต์ที่ใช้คำว่า "Marine grade" หรือ "สำหรับตู้ปลา" ซึ่งมักมีราคาสูงนั้น ไม่จำเป็นต้องมีประสิทธิภาพที่ดี หรือคุณภาพสมราคา การเลือกซื้อจึงควรอาศัยข้อตรวจสอบดังต่อไปนี้

- ไม่ใช่กระบวนการผลิต หรือการล้างด้วยกรดฟอสฟอริก สังกะสี หรือไฮดรอกไซด์
- ควรจะมี Macroporous มากเข้าไว้ (เหตุผลเรื่องของขนาดมลสาร)
- Iodine Number ไม่สูงมาก (น้อยกว่า 600)
- Molasses Number สูงๆ (มากกว่า 400)

สิ่งสำคัญคือประสิทธิภาพของมันเมื่อมาอยู่ในตู้ ผู้ผลิตทุกๆ คนก็กล่าวว่าของตัวเองนั้นดีที่สุดในทางที่ดี ควรขอข้อมูลจากผู้ผลิต จากนั้นจึงทดลองใช้ และสังเกต และจดบันทึกไว้ เพื่อดูว่าอันไหนคือ "สุดยอด" ตัวจริง

เห็นว่าเป็นบทความที่ให้ความรู้หลายๆอย่าง จึงจับมาแปลเพื่อให้ได้ๆ อ่านบ้าง แต่สนับสนุนให้อ่านภาคภาษาอังกฤษ เนื่องจากผมไม่ใช่ช่างแปล จึงอาจจะเก็บรายละเอียดได้ไม่ครบ และบางส่วนก็กล่าวถึงอุปกรณ์แบบที่ใช้ในต่างประเทศ ตัวผมไม่เคยเห็น เลยอธิบายไม่ค่อยจะถูก หากแปลผิดพลาดยังไงก็ขอภัยครับ

ถ่านกัมมันต์ = ถ่านกรอง = activated carbon

มลสาร pollutant

มลสารอินทรีย์ organic pollutants