



תן לנשום!- העדר חמצן באקווריום

דר' גל הרצוג

Snapirimfarm@gmail.com סניפירים- חוות גידול דגי נוי, גני טל. 08-9957774

הוגש לפרסום: 05/11/2018

הקדמה

אם נכניס את ראשינו למים לזמן ממושך- רב הסיכויים שניחנק ונטבע. אנחנו, כבעלי חיים יבשתיים, מצוידים בריאות ולכן לא נוכל לצרוך את החמצן מן המים. אך, מה לגבי דגים? גם הם, כמובן, נושמים חמצן, אך הזימים שלהם מותאמים להפקתו מן המים. בהעדר חמצן במים, הדגים צפויים להיחנק ולמות- בדיוק כמונו.

מקור החמצן במי האקווריום והבריכה

כמו שציינו, דגים צורכים חמצן (O_2) מהמים, בהם הם נמצאים. בדומה לנו, גם הם פולטים פחמן דו חמצני (פד"ח $= CO_2$). אם כך, מהיכן מגיע אותו החמצן למים ומדוע לא מצטברת כמות אדירה של פד"ח?

שטח פני המים באקווריום ובבריכת הנוי, נמצא במגע תמידי עם האוויר. בשכבת המגע הצרה יחסית, מתרחש תהליך המכונה: 'תחלופת גזים'. בתהליך זה, גזים הנמצאים במים, מועברים לאוויר הנמצא מעליהם ולהפך. אומנם, כלל הגזים מוחלפים בניהם, אך נבחר להתמקד ביציאת הפד"ח מן המים אל האוויר ובכניסת חמצן מהאוויר והתמוססותו במים (נקרא גם חמצן מומס). לכן, באופן הגיוני, ככל ששטח פני המיכל גדול יותר, תתאפשר תחלופת גזים ואוויר רבים יותר.

תחלופת גזים, היא אומנם הדרך העיקרית לחמצון המים, אך אינה היחידה. פוטוסינתזה, המתרחשת בצמחים בתקופת האור בלבד, והמסת חמצן באמצעות משאבות אוויר הפולטות חמצן ישירות לגוף המים, הן שתי דרכים נוספות להעשרת מים בחמצן.

יכולת המים לשמור חמצן

כמות החמצן המקסימאלית, היכולה להיות מומסת במים, נקבעת ע"י מספר פקטורים:

1. טמפ' המים- ככל שהטמפ' גבוהה יותר, כמות החמצן המקסימאלית המומסת במים- תקטן.

לכן, מי אקווריום, בו גדלים דיסקוסים ב- $30^{\circ}C$, למשל, יכולים להכיל פחות חמצן מומס, מאשר

בריכת דגי קוי בחורף בה טמפ' המים עומדת על $12^{\circ}C$. כאן נציין כי במעבר בין הקיץ לחורף, משתנה באופן דרסטי הטמפ' בבריכות הנוי וכך גם משתנה יכולת המים לאגור חמצן.

2. מליחות המים- ככל שמליחות המים

יותר גבוהה, הכמות המקסימאלית של

חמצן המומס במים- תקטן.

לכן, לדוגמא, כאשר אנחנו מבצעים 'אמבטיות מלח' לטיפול וחיטוי דרסטי של דגים פצועים, חשוב מאוד לאוורר בצורה אינטנסיבית את המים.

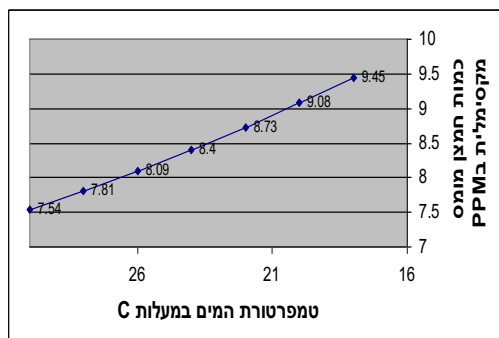
3. פחות משפיע, אך ראוי לציון, לחץ

ברומטרי- ככל שהלחץ נמוך יותר,

כמות החמצן המקסימאלית המומסת

במים- תקטן.

לכן, למשל בנווה זהר, (הישוב הנמוך בעולם- לחופי ים המלח), בו הלחץ הברומטרי גבוה, תוכל להתמוסס במים כמות גבוהה יותר של חמצן, מאשר בישוב נמרוד (הישוב הגבוה בארץ בהר החרמון).



גרף 1: כמות החמצן המקסימלית המומסת במים, כתלות בטמפ' המים. מתייחס לאקווריום מים מתוקים.

כמה חמצן דורשים הדגים?

נאמר באופן כללי, כי דגים גדולים, דורשים יותר חמצן מדגים קטנים. ובנוסף, דגים הנעים באופן קבוע ומהיר, צורכים כמות גבוהה יותר של חמצן, מדגים סטטיים. מכאן, ניתן להבין כי



שהם תנועתיים במיוחד, כמו: כרישים, פונטיוס דנסינוני וחברים במשפחת הדניו. במקביל, הדגים צפויים להתרכז באזור יציאת המים מהפילטר, שהוא אזור בו ריכוז החמצן גבוה יותר.

הפחתה נוספת בכמות החמצן (מתחת ל-4PPM), תגרום לדגים 'להתנשם בכבדות', קרי, להניע במהירות ובתכיפות את מכסה הזימים. זהו למעשה ניסיון של הדגים, להניע יותר מים בזימים ותוך כך, להפיק יותר חמצן.

במקרה של רמות חמצן נמוכות מאוד (מעט מעל 2PPM), כלל הדגים ימצאו בשכבת המים העליונה ויראו כנאבקים לנשום. ברמות חמצן נמוכות מאוד (2PPM ומטה), דגים ימותו.

שימו לב, כי ישנם דגים, בעיקר ממשפחת הגורמים, אשר מדי פעם עולים כדי לאסוף בועת חמצן מהאוויר- זוהי התנהגות נורמאלית אשר אינה מעידה על היפוקסיה.

סיבות למחסור בחמצן

אכלוס יתר של דגים למעשה, הסיבה השכיחה ביותר למחסור חמצן באקווריום, היא אכלוס יתר של דגים (תוכלו למצוא מידע רב בנושא במאמר: הרבה דגים וקצת מים- התאמת כמות הדגים למאפייני האקווריום). כל דג המוסף לאקווריום או לבריכה, דורש חמצן לנשימה. כאשר מוספים יותר מדי דגים, כמות החמצן פוחתת מהר יותר, מאשר קצב חילוף הגזים. כאמור, אכלוס יתר הוא הגורם המרכזי למחסור בחמצן, אך קיימות סיבות נוספות.

צמחים

כאשר ישנה תאורה באקווריום, צמחים מבצעים את תהליך הפוטוסינתזה, בו הם משתמשים בפד"ח ופולטים חמצן. לעומת זאת, בשעות החושך, הם צורכים חמצן ופולטים פד"ח, בדיוק כמו הדגים. כאשר יש מעט מאוד תאורה באקווריום צמחיה, או כאשר תקופות האור הן קצרות בלבד, הצמחים צורכים יותר חמצן מאשר הם מייצרים ולכן יכולים להוסיף לבעיית המחסור בחמצן. בדומה לצמחים, גם אצות מבצעות את אותו תהליך ולכן, אקווריום או בריכה, הסובלים מריבוי אצות, צפויים לסבול גם מרמות חמצן נמוכות.

טמ' מים גבוהה

כמו שציינו, בטמ' גבוהה, התמוססות החמצן במים, נמוכה יותר. לכן, לא פעם דגים בבריכות

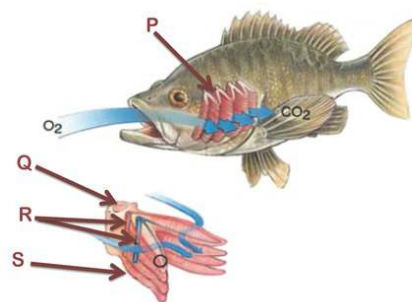
לא די במניית הדגים בבריכה או באקווריום כדי להבין כמה חמצן דרוש במיכל.

ההמלצות המקובלות כיום, קובעות כי עלינו לספק לדג החי במים מתוקים, כ- 8.3 PPM (חלקים פר מליון) של חמצן. בגרף מספר 1, מתוארת רמת החמצן המקסימאלית אשר ניתן למוסס באקווריום. שימו לב כי רמה זאת, דומה מאוד לדרישת החמצן עבור דגים ולכן נעדיף תמיד להגיע למקסימום מסיסות חמצן באקווריום.

כמובן, שישנן מספר מגבלות עבורנו כחובבים בהמלצה זאת:

1. ההמלצה אינה מתחשבת בהשפעות השונות שתיארנו לעיל על המסת החמצן במים.
2. אין כאן התחשבות בסוג הדג, גודלו ומידת התנועטיות שלו.
3. מדידת כמות החמצן המומסת במים, דורשת מכשור Dissolved oxygen (meter) או ערכות ספציפיות למדידת חמצן מומס, אשר רק במקרים נדירים, זמינים לחובב.

לכן, במרבית המקרים, חובבים מנוסים, אינם מודדים כלל את ערכי החמצן המומס במים, אלא פשוט עוקבים אחר הדגים שלהם ומזהים התנהגות חריגה, המעידה על מחסור בחמצן (היפוקסיה).



תמונה 1: קליטת החמצן המומס במים, על ידי הזימים ופליטת פח.

דגים במצוקה- זיהוי מחסור חמצן

מים עשירים בחמצן, נראים זהים לחלוטין, למים עניים בחמצן. לא נוכל להשתמש באף אחד מחושינו על מנת לזהות מחסור בחמצן. עם זאת, בהתבוננות חטופה בדגים, נוכל לזהות אותות מצוקה המעידים על מחסור שכזה.

הסימן הראשון לירידת כמות החמצן המומס במים (4PPM), היא הפחתה בתנועטיות של הדגים. נוכל לזהות סימן זה ביתר קלות, בדגים



שמירה על רמות גבוהות של חמצן במים

ציינו כאן, רשימה ארוכה של גורמים, המפחיתים את כמות החמצן במים ובראשם אכלוס וצפיפות יתר של דגים. הימנעות מגורמים אלה, בהחלט תבטיח כמות גבוהה יותר של חמצן. הזכרנו בתחילה, כי חילוף הגזים, מתרחש בעיקר בשכבת המים העליונה. כך, מיכל בעל שטח פני מים גדול יותר, מחליף באופן יעיל יותר גזים. אנו יכולים באופן מלאכותי, להגדיל לכאורה, את שטח פני המים. כל מכשיר אשר יגרום למים עניים בחמצן, הנמצאים בד"כ בתחתית המיכל, להסתחרר, לעלות ולבוא במגע עם שכבת האוויר, יוביל לחילוף גזים יעיל יותר, להעשרת המים בחמצן וליציאה של פד"ח. הדרך המקובלת ביותר לאוורור, היא שימוש במשאבת אוויר. לא זאת בלבד שהיא משפעת באופן יעיל החלפת גזים, היא גם מחדירה חמצן באופן אקטיבי למים באמצעות התמוססות. ישנו מגוון גדול של משאבות אוויר, בעוצמות שונות ובאיכויות שונות. חשוב להתאים את המשאבה לאקווריום או לבריכה שברשותכם (לבחירת משאבת אוויר). שיטות נוספות לאוורור מים באקווריום כוללות: הוצאת פתח הפליטה של הפילטר אל מעל לשכבת המים, או שימוש במחולל גלים. בבריכות נוי, מקובל ביותר לאסוף, בעזרת משאבה, מים עניים בחמצן מתחתית הבריכה ולהעלותם למפל, אשר מחזיר מים עשירים בחמצן לבריכה.

אך, האם ישנו סיכון בעודף של חמצן במים? מים יכולים להחזיק כמות מוגבלת בלבד של חמצן. לשמחתנו, דגים מעדיפים סביבה עשירה בחמצן, לכן אין סיכון עבור הדגים, בהמסת עודף חמצן במים למעט מקרים נדירים ביותר (Gas bubble disease).

חירום וגיבוי

כיוון שכיום, מירב האקווריומים ובריכות הנוי, תלויים במערכות חשמליות לשמירה על כמות החמצן במים, אנו ממליצים לשמור בבית משאבת אוויר, העובדת על סוללות כחירום, או משאבת אוויר הנכנסת לפעולה כאשר נפסק החשמל (עד 10 שעות פעולה). במיוחד בחורף, כאשר ישנן הפסקות חשמל רבות, משאבות שכאלה מצילות את הדגים.

אם נתקלנו במקרה חירום, בו אנו מזהים תופעות חנק של דגים, כפי שתארנו קודם,

נוי המאוכלסות בצפיפות, למשל, סובלים יותר ממחסור בחמצן בקיץ. בנוסף, חשוב להקפיד על אוורור משמעותי באקווריומים חמים (כמו אקווריומים המכילים דיסקוסים). מעניין, שלא פעם, אנחנו נתקלים במחסור בחמצן, דווקא באקווריומים בחורף. הסיבה לכך היא, הכנסת גופי חימום חדשים ותוך כך, חימום יתר של האקווריום. יש לשים לב כי פעמים רבות מנורות עוצמתיות של אקווריום צמחיה, למשל, מחממות מאוד את המים ועלולות להוביל למחסור בחמצן. במקרים בהם האקווריום מתחמם יתר על המידה, נמליץ להשתמש במאווררים.

פסולת אורגנית

פסולת אורגנית באקווריום ובבריכת הנוי, בד"כ אינה הגורם היחיד למחסור בחמצן, אך היא בהחלט תורמת לו. רפש, שאריות צמחים ושאריות אוכל, אשר נשארים באקווריום ובבריכת הנוי, מעודדים פעילות מוגברת של בקטריות המפרקות אותם. בקטריות אלה, איורביות ברובן ולכן דורשות חמצן לפעילותן. מעבר לכך, שאריות אורגניות, מובילות גם להתפרצות אצות, אשר את השפעתן השלילית על כמות החמצן המומס, תארנו לעיל. שאריות רפש, מובילות גם לעליה של רמות האמוניה והניטריט, אשר שורפים, מגרים ומפריעים לקישור חמצן לכדוריות הדם בזימי הדג (לקריאה נוספת על מחזור החנקן).

חומרים כימיים ותרופות

לא פעם, כתוצאה ממחלות או פצעים, עלינו להשתמש בתרופות כדי לטפל בדגים. תארנו את ההשפעה השלילית של מלח, על מסיסות החמצן במים. ישנן מספר רב של תרופות, המפחיתות משמעותית את כמות החמצן המומס במים, ככולן היצרן מחויב לכתוב תופעת לוואי זאת.



תמונה 2: דג בהיפוקסיה



מחסור בחמצן הוא הגורם המשמעותי ביותר בתמותת דגים באקווריום. חשוב ביותר, לשמור על רמת אוורור גבוהה באמצעות משאבות, פילטרים ומחוללי גלים. כיוון שלמעשה, כמעט ולא קיים מצב בו ישנו אוורור יתר, אנו ממליצים לאורר את המים ככל הניתן, על מנת להימנע מפגיעה בדגים. כמות וסוג הדגים, חשובים מאוד באכלוס המיכל ולכן יש להימנע מצפיפות יתר.

נבצע באופן מיידי החלפה של עד 50% ממי האקווריום או הבריכה (יש לשים לב שלא יבוצע שינוי קיצוני בטמפ' המים). החלפה מסיבית שכזאת, תכניס כמות גדולה של חמצן לתוך המערכת ותתן לנו זמן לטיפול מקיף יותר.

לסיכום,

מקורות מידע

- Donald L. Kramer **Dissolved oxygen and fish behavior** Environmental Biology of Fishes. 1987, Volume 18, Issue 2, pp 81–92
- Custom aquarium.com <https://customaquarium.com/blogs/news/let-your-fish-breathe-maintaining-proper-oxygen-levels-in-your-custom-aquarium>
- Algone, **The Importance Of Oxygen In The Aquarium** <https://www.algone.com/oxygen-in-the-aquarium>
- Laura Muha **Aeration and Oxygenation** tropical fish hobbyist December 2007
- Doctor Foster and Smith **Aquarium Aeration, the importance of** <https://www.drsfostersmith.com/pic/article.cfm?aid=442>