

OSSIGENO DISCIOLTO ED EUTROFIZZAZIONE

Un esempio di misure di ossigeno e pH in acque contenenti piante acquatiche (alla luce e al buio)

Misura (con un ossimetro) dell'ossigeno disciolto all'inizio di un esperimento con piante acquatiche (ore 9.00): 8,2 mg/L



Incubazione alla luce:

- a sinistra barattolo avvolto con alluminio (solo respirazione)
- a destra barattolo trasparente (respirazione + fotosintesi)



Ore 11.30, produzione netta di ossigeno: 22,6 mg/L



Ore 11.30, consumo di ossigeno con la respirazione. Concentrazione rimanente: 6,0 mg/L



Misure di ossigeno con kit volumetrici

Fasi dell'utilizzo di un kit volumetrico:

Formazione di precipitato
dopo aver aggiunto
al campione d'acqua i reattivi A e B



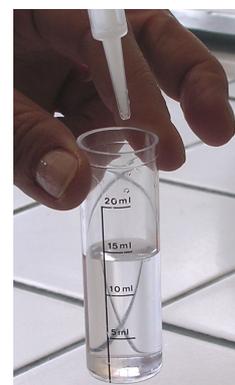
Dissoluzione del precipitato
dopo aggiunta del reattivo C



Titolazione con siringa titolatrice
dopo aver aggiunto una goccia di indicatore



Punto di fine titolazione



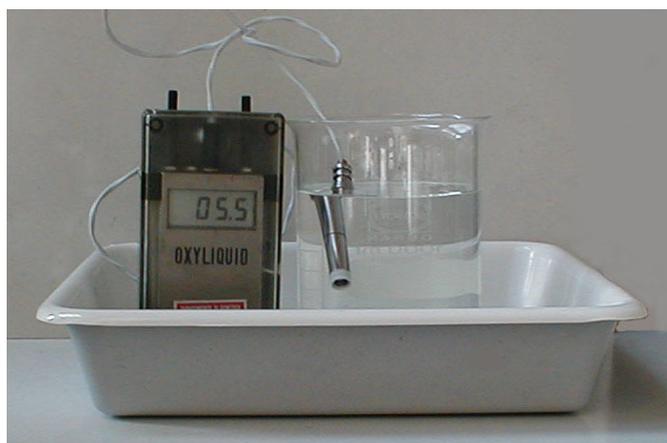
Letture del volume di titolante per il
calcolo della concentrazione di ossigeno

L'ossigeno disciolto nelle acque naturali

Tra l'ossigeno atmosferico e quello disciolto nell'acqua si instaura un equilibrio di solubilità gas/liquido che dipende da temperatura, salinità dell'acqua e dalla pressione atmosferica. Per esempio: un aumento di temperatura provoca il passaggio di gas dall'acqua nell'aria e viceversa (quando fa caldo in acqua rimane disciolto meno ossigeno rispetto a quando fa freddo).

Nelle due foto seguenti viene mostrato il risultato di un semplice esperimento (le misure dell'ossigeno disciolto in acqua sono state effettuate con un ossimetro).

All'inizio dell'esperimento viene rilevata la concentrazione di ossigeno immediatamente dopo essere stata prelevata dall'acqua da un rubinetto e trasferita in un becher: il valore è di 5,5 mg/L.



In questa foto, invece, viene mostrata la misura dell'ossigeno disciolto nell'acqua dopo circa 4 ore di esposizione all'aria: il valore risulta pari a 11,3 mg/L.



Se nella bacinella della foto si misurasse l'ossigeno disciolto nell'arco di una giornata intera, si osserverebbe una lieve diminuzione di ossigeno nelle ore più calde, seguita da un arricchimento nelle ore notturne, più fresche.

Il passaggio di ossigeno dall'aria all'acqua e viceversa viene anche detto "diffusione".

Anche la respirazione avviene per diffusione: l'ossigeno passa dall'aria al sangue nei polmoni, per poi passare dal sangue alle cellule. L'anidride carbonica, prodotta dalla respirazione, segue il percorso inverso.

Nei bacini naturali gli esseri viventi (animali e vegetali) respirano, ovvero consumano ossigeno; i vegetali, però, effettuano anche la fotosintesi, che produce zuccheri e ossigeno, consumando anidride carbonica.

A partire dalla primavera inoltrata, quando la temperatura dell'acqua comincia a salire ed aumentano le ore di luce, durante il dì la quantità di ossigeno prodotta dalla fotosintesi è molto grande ed è maggiore dell'ossigeno consumato nella respirazione; nell'acqua tende ad accumularsi ossigeno che viene poi parzialmente perso per diffusione nell'atmosfera.

Di notte l'assenza di luce blocca la fotosintesi ma la respirazione non si arresta; quindi il contenuto di ossigeno nell'acqua tende a diminuire. Quando scende sotto le condizioni di equilibrio, si innesca la diffusione dall'aria all'acqua.

Pertanto in un'acqua contenente specie vegetali, l'ossigeno aumenta dalla mattina sino al pomeriggio a causa della fotosintesi e poi gradualmente diminuisce con il diminuire della luce solare, diversamente da ciò che avviene in un'acqua "senza vita". Il minimo di ossigeno si registra nella notte poco prima del sorgere del sole, dopo un periodo di tempo durante il quale la diffusione dall'aria può non essere sufficiente a compensare l'ossigeno consumato dalla respirazione.

Questa ritmicità "nictemerale" (notte/dì) del contenuto di ossigeno è particolarmente accentuata nelle acque ferme poco profonde, come stagni e lagune, che hanno grandi variazioni di temperatura, sono in genere ben illuminate e ricche di vita, sia animale che vegetale.

In uno stagno o in un lago di solito durante il dì viene prodotto più ossigeno di quello che viene consumato, cioè l'ecosistema "esporta" ossigeno verso l'atmosfera. A questo proposito, è interessante ricordare che gli oceani producono più ossigeno di tutte le foreste presenti sulla Terra.

Nelle acque a forte corrente, come nei torrenti, la componente vegetale è scarsa e il contenuto di ossigeno dipende in gran parte dagli scambi con l'atmosfera, favoriti anche dalla turbolenza; le variazioni della concentrazione di ossigeno, quindi, sono molto contenute.

L'eutrofizzazione

La presenza di sali minerali disciolti nell'acqua è importante per la crescita delle piante acquatiche. È noto che i campi destinati alla coltivazione vengono concimati; nonostante la diffusione dei concimi chimici, talvolta i campi vengono ancora trattati con il letame, costituito da feci e urine di animali fermentate insieme a fieno o paglia. Il letame stimola la crescita dei vegetali, in quanto contiene azoto e fosforo (i cosiddetti "nutrienti").

Se in un lago, per esempio, vengono immesse le acque fognarie dei paesi costieri, si avrà come risposta una "concimazione" delle sue acque, che avrà come conseguenza un rapido sviluppo delle alghe del fitoplancton (in genere

unicellulari, invisibili a occhio nudo e in sospensione nell'acqua) e delle piante acquatiche radicate nella fascia costiera, fino alla profondità in cui penetra la luce.

Quando nel lago arrivano quantità eccessive di azoto e fosforo, nei mesi estivi si può arrivare persino a verificare la moria di pesci per scarsità di ossigeno. Tale fenomeno viene detto "eutrofizzazione" (dal greco *eutrophía*, "buona nutrizione").

Com'è possibile che un rapido sviluppo di vegetali, produttori di ossigeno, abbia come conseguenza, seppure non immediata, una condizione quasi anossica (cioè con mancanza di ossigeno)?

Un grande sviluppo di vegetali comporta, durante il dì, una grande produzione di ossigeno, che però non può rimanere tutto nell'acqua perché si trova sopra la concentrazione di equilibrio e quindi in buona parte passa all'atmosfera per diffusione. In estate l'acqua superficiale di un lago raggiunge temperature elevate, vicine a 30 °C, quindi viene ceduto in atmosfera tanto ossigeno e l'equilibrio è caratterizzato da valori bassi: 7,5 mg/L di ossigeno a 30 °C, contro 12,8 mg/L a 5 °C, in una condizione invernale.

Durante la notte, la grande massa vegetale non produce più ossigeno, ma ne consuma parecchio con la respirazione. È pur vero che la diffusione avviene anche in senso inverso, cioè dall'aria verso l'acqua, ma può non essere sufficiente a compensare l'ossigeno consumato dalla comunità biologica. Se la respirazione è molto intensa, come quando si hanno enormi masse di vegetali, l'ossigeno in acqua può raggiungere valori talmente bassi che alcuni organismi, come i pesci, non possono più respirare e muoiono per asfissia.

In ciò consiste l'"eutrofizzazione", che può manifestarsi d'estate soprattutto in laghi, stagni, lagune e anche in zone di mari chiusi, come il mar Adriatico. Per di più nelle acque marine la presenza di sali disciolti nell'acqua influenza ulteriormente la concentrazione di ossigeno: a 30 °C di temperatura, con una salinità simile a quella media del mare, la concentrazione di equilibrio è di circa 4,5 mg/L!

Inoltre, possono morire per asfissia anche i vegetali. Questa è la fase più critica, perché la loro morte impedisce che al ritorno della luce, all'alba, possa riprendere la fotosintesi e di conseguenza la produzione di ossigeno.

Gli organismi morti, animali e vegetali, vengono decomposti dai microrganismi (soprattutto funghi e batteri), che in gran parte hanno comunque bisogno di respirare; la decomposizione, quindi, può consumare ancora ossigeno. Se non è più disponibile ossigeno, inizia una decomposizione più lenta, detta "anaerobia", che comporta la produzione di gas maleodoranti come acido solfidrico e metano.