

Studio di formulazioni di detergenti per collettività caratterizzate da elevata biodegradabilità e basso impatto ambientale

Nota I - Messa a punto impiantistica di sistemi di depurazione su scala di laboratorio per la valutazione della biodegradabilità e dell'impatto ambientale

G. VALENTINI

DIPARTIMENTO DI CHIMICA E CHIMICA INDUSTRIALE DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA

S. CARIGNANI, F. GAMBINERI, F. BRACA, A. BAZZICHI, F. CERVELLI, F. TITTA

LABORATORI ARCHA S.R.L. - OSPEDALETTO PISA

I. TURINI, G. REGOLI

UNLIRA S.R.L. - SAN PIETRO IN PALAZZI - CECINA (LI)

Il presente lavoro illustra la messa a punto di una metodologia analitica di indagine da applicare alla determinazione della biodegradabilità e dell'impatto ambientale di prodotti detergenti, così pure come di altri flussi di interesse.

Il metodo impiega diversi sistemi di depurazione a fanghi attivi di tipo aerobico su scala di laboratorio, con aggiunta dei nutrienti necessari e progettati in modo da simulare i processi che avvengono nei reali impianti di depurazione dei reflui civili.

Lo studio riguarda la messa a punto su scala di laboratorio di una serie di apparecchiature per la valutazione della biodegradabilità, l'ottimizzazione delle condizioni impiantistiche ed operative per tali sperimentazioni e la selezione dei parametri chimico-biologici adatti alla valutazione della salute del fango e della qualità dei reflui prodotti dai suddetti sistemi di depurazione. Le prove di laboratorio sono state organizzate attraverso un percorso a stadi a partire da indagini esplorative semplificate e facendo uso, via via, di metodologie sempre più complesse e complete.

Risultati di tipo preliminare sono stati ottenuti attraverso esperimenti di tipo discontinuo, semplici nella realizzazione e nel controllo, eseguiti facendo uso di micro vasche aerate, con la finalità di mettere in evidenza i comportamenti macroscopicamente più negativi dal punto di vista ambientale (scarsa biodegradabilità o insorgenza di fenomeni di tossicità acuta a danno della biomassa). Questo tipo di prove è stato destinato principalmente alla caratterizzazione dei singoli componenti potenzialmente utilizzabili nella formulazione di detergenti.

Una attrezzatura costituita da micro vasche alimentate in continuo è stata impiegata per prove di biodegradabilità di soluzioni acquose contenenti un singolo detergente alla volta. Questo tipo di apparecchiatura non consente la ricircolazione automatica del fango.

Anche questi tipi di esperimenti sono piuttosto semplici ed economici da gestire per lo studio della biodegradazione nel tempo e per valutare l'eventuale insorgenza di fenomeni di tossicità cronica a carico della biomassa. Esperimenti conclusivi sugli impatti ambientali dei detergenti (utilizzabili, all'occorrenza, anche per altre sostanze) sono stati condotti in un impianto pilota continuo, su scala di laboratorio, avente caratteristiche tali da simulare lo stadio di trattamento aerobico a fanghi attivi di un tipico trattamento secondario di un impianto di depurazione di reflui civili. L'impianto era dotato di un sistema per la ricircolazione del fango attivo e di accessori per il controllo dei principali parametri di processo, permettendo così di verificare il comportamento del fango attivo nell'arco di settimane e di studiare fenomeni di invecchiamento e/o avvelenamento della biomassa conseguenti al contatto prolungato con specifici reflui.

RESEARCH INTO FORMULAS FOR DETERGENTS WITH A HIGH LEVEL OF BIODEGRADABILITY AND HAVING A LOW IMPACT ON THE ENVIRONMENT. NOTE I - FINE TUNING OF PURIFYING SYSTEMS ON LABORATORIES SCALE TO DETERMINE BIODEGRADABILITY AND ENVIRONMENTAL IMPACT

The present paper deals with the study of an experimental approach to the measurement of the biodegradability and environmental impact of a lot of substances, especially detergents.

For the application of the method different lab-scale plants are involved, all operating with activated sludge under oxygenation conditions, with proper addition of nutrient solution, and designed in order to simulate the processes occurring in municipal treatment plants. The study concerns the set of different specific treatment apparatus and the standardisation of experimental conditions and of chemical and biochemical parameters to be measured for the evaluation of the behaviour of specific liquid feeds in treatment plants. The lab experiments were organised in a stepwise mode according to an increasing difficulty and completeness of the analytical response.

Screening results were obtained by batch experiments, very simple to be carried out and control, so that the more evident toxicity effects were readily characterised. This kind of experiments was designed especially for the characterisation of single components to be used in detergent formulation.

A micro-pool apparatus was used to feed continuously the wastes containing individual detergents. The plant does not allow automatic sludge recirculation. Also this kind of experiment was relatively simple and cheap to be performed in order to evaluate the efficiency of the biodegradation in the time and the existence of chronic effects on the sludge health.

Conclusive experiments on the environmental impacts of detergents (potentially usable also for other different substances) were carried out in a continuous lab-plant simulating the activated sludge step of a typical secondary treatment of a municipal treatment plant. This apparatus was equipped with facilities for continuous recalculation of the sludge and for the control of the main parameters of the process and allowed to test the behaviour of the sludge over a time of weeks and study ageing or poisoning effects occurring as a consequence of its prolonged contact with specific wastes.

INTRODUZIONE

L'obiettivo del presente lavoro è quello di mettere a punto sistemi di depurazione a fanghi attivi su scala di laboratorio, progettati in modo tale da poter ricavare, attraverso la misura di idonei parametri chimico-biologici, una stima dell'impatto ambientale e della biodegradabilità di formulazioni detergenti aventi spiccate caratteristiche di compatibilità ambientale.

L'ottimizzazione delle condizioni operative di funzionamento di tali sistemi di depurazione comprende la selezione di parametri chimici di caratterizzazione, relativi ai reflui in ingresso ed in uscita da tali impianti, in modo da ottenere una stima della biodegradabilità delle specie inquinanti presenti e la selezione dei parametri biologici per il monitoraggio della salute della biomassa presente nell'impianto, al fine di valutare l'impatto ambientale di tali molecole inquinanti.

BIODEGRADABILITÀ E IMPATTO AMBIENTALE

La biodegradabilità può essere definita come la possibilità di distruzione dei composti chimici ottenuta da parte dei microrganismi presenti nei diversi sistemi ambientali di ricezione delle acque di scarico. È possibile definire una "biodegradabilità primaria" come ciò che avviene quando la molecola originaria è stata "alterata" per azione batterica, in modo tale che le sue proprietà chimiche originarie non siano più evidenti. La "biodegradabilità totale" è invece definita come la completa conversione della molecola organica a CO_2 , H_2O , sali inorganici e prodotti associati ai normali processi metabolici dei batteri [1].

L'impatto ambientale prodotto da molecole inquinanti è stato stimato attraverso la valutazione di parametri biologici che forniscono informazioni circa lo "stato di salute" del fango e la sua capacità di degradare le molecole con cui viene a contatto. In tal modo, la valutazione di entrambi i parametri, la biodegradabilità e l'impatto ambientale, fornisce un'esauriente quadro circa il comportamento depurativo delle molecole studiate.

ATTIVITÀ SPERIMENTALE SUI SISTEMI DI DEPURAZIONE A FANGHI ATTIVI

Al fine di indagare i meccanismi di funzionamento di un impianto di depurazione a fanghi attivi e, conseguentemente, mettere a punto sistemi di depurazione su scala di laboratorio, sono stati considerati differenti aspetti:

- **Qualità del fango:** grande attenzione deve essere posta nella scelta dell'impianto di depurazione civile dal quale viene prelevato il fango da utilizzare per la sperimentazione, in quanto una biomassa che presenta già in partenza scarsa attività depurativa, produrrà risultati sicuramente limitati. Inoltre, non deve essere trascurato il modo con cui il fango viene trasportato dall'impianto al laboratorio, in quanto questo può influenzare molto lo stato di salute della biomassa.
- **Parametri impiantistici e realizzativi:** nel presente studio sono stati presi in considerazione i seguenti aspetti:
 - Quantità di fango utilizzata per le prove di laboratorio, in rapporto alle dimensioni degli impianti pilota, per mantenere un costante rapporto tra carico organico e concentrazione di biomassa attiva. Inoltre si deve avere

Tabella I - Parametri indagati nella messa a punto degli impianti di depurazione su scala di laboratorio

Biodegradabilità	Domanda Chimica di Ossigeno (COD)
	Domanda Biochimica di Ossigeno in 10 giorni (BOD_{10})
	Concentrazione del fango come Solidi Sospesi totali (SS)
	Concentrazione di biomassa attiva come Solidi Sospesi
Salute del fango	Volatili (SSV)
	Attività enzimatica come De-Hydrogenase Activity (DHA)
	Indice biotico del fango ovvero Sludge Biologic Index (SBI)
	Indice del volume del fango ovvero Sludge Volume Index (SVI)

cura di utilizzare sempre la stessa quantità di fango, per le varie prove, al fine di ottenere risultati ripetibili e confrontabili.

- Sistema di areazione del fango e regolazione del flusso di aria, al fine di garantire condizioni ottimali di sviluppo della biomassa; l'ossigenazione del sistema deve, infatti, essere omogenea ed efficace ma non troppo spinta, al fine di evitare la rottura del fiocco. Nel presente studio sono stati testati diversi sistemi di areazione, utilizzando tubi di silicone forati, in diverse configurazioni, pipette e diffusori ceramici a microbolle.

- **Tipologia di alimentazione:** alla biomassa, deve essere garantito un apporto alimentare ben equilibrato e bilanciato; al fine di identificare il miglior alimento in grado di far sviluppare adeguatamente il fango attivo, sono state testate diverse ricette di "FOOD" [2]:
- **FOOD 1:** 497,83 mg di NaNO_3 , 0,411 mg di NH_4OH , 62,99 mg di KH_2PO_4 , 184,88 mg di K_2SO_4 , 268 mg di etanolo 95%, 255 mg di CH_3COOH glaciale, 2000 mg di glucosio;
- **FOOD 2:** 497,83 mg di NaNO_3 , 0,411 mg di NH_4OH , 62,99 mg di KH_2PO_4 , 184,88 mg di K_2SO_4 , 268 mg di etanolo 95%, 255 mg di CH_3COOH glaciale, 340 mg di glucosio, 1275 mg di Peptone Water;
- **FOOD 3:** 497,83 mg di NaNO_3 , 0,411 mg di NH_4OH , 62,99 mg di KH_2PO_4 , 184,88 mg di K_2SO_4 , 268 mg di etanolo 95%, 255 mg di CH_3COOH glaciale.

Periodicamente è stato eseguito un test sulla biomassa, detto TEST DELL'INCHIOSTRO DI CHINA [3] che permette di stabilire se l'alimentazione è carente o meno di nutrienti (N o P).

- **Metodologia di somministrazione e dosi dell'alimento:** la dose di alimento, la metodologia e i tempi di somministrazione assumono un ruolo determinante ai fini della garanzia di un sistema depurativo efficiente. Per questo, sono state testate diverse dosi dei diversi alimenti, e sono stati indagati gli effetti di diverse metodologie di somministrazione degli stessi: da un'unica somministrazione discontinua al giorno, a somministrazioni sempre più frequenti, ma comunque spot, fino ad una somministrazione dell'alimento in continuo.

L'influenza di queste variabili operative sulla messa a punto di un sistema di depurazione su scala di laboratorio è stata studiata mediante la progettazione e l'impiego di tre tipi di impianti pilota. Essi si differenziano, in primo luogo, per la geometria e grandezza delle vasche di ossidazione e, in secondo luogo, per le modalità di somministrazione dell'alimentazione in ingresso. Tali impianti sono così denominati:

- Micro-vasche di ossidazione di tipo "batch" (ovvero di tipo discontinuo);

Tabella II - Analisi sui due campioni di fango prelevati

Provenienza fango	Solidi sedimentabili (ml/l)	Solidi sospesi totali (mg/l)	Solidi sospesi fissi (mg/l)	Solidi sospesi volatili (mg/l)	COD surnatante (mg/l O ₂)	pH surnatante	Conducibilità surnatante (mS/cm)
1	536	19900	1400	18500	43	8,71	9,3
2	270	4200	1300	2900	53	7,84	4,62

- Micro-vasche di ossidazione di tipo continuo;
- Impianto pilota di depurazione "BIOCHECK".

I sistemi impiegati sono messi a punto mediante valutazioni di parametri chimici e biologici che tengano conto della biodegradabilità dei reflui in ingresso e della conseguente salute della biomassa a contatto con tale reflu. Tali parametri sono schematizzati in Tabella I.

1. Micro-vasche di ossidazione di tipo "batch"

In Figura 1 è riportato lo schema del sistema "batch", ottimizzato attraverso la sperimentazione condotta: esso è un impianto di depurazione in cui la somministrazione del reflu in ingresso è effettuata periodicamente in modo discontinuo, mediante aggiunte note in termini di COD di tale reflu, effettuate in tempi precisi.

Ogni singolo sistema impiega una bottiglia dalla capacità di 1 litro, nella quale sono collocati, dopo opportuna miscelazione, circa 600 ml di fango attivo. Un flusso di aria in continuo, convogliato in gorgogliatori ceramici a microbolle attraverso un sistema di tubi in gomma e pipette in plastica, arriva all'interno di bottiglie di plastica contenenti il fango attivo. L'aerazione è mantenuta pressoché costante mediante pompe a membrana del tipo per acquari, permettendo così, oltre ad una costante presenza di ossigeno (necessario affinché avvengano le reazioni ossidative di degradazione), anche il mescolamento che impedisce la sedimentazione del fango.

Il campione di fango da utilizzare per le varie prove è stato prelevato presso 2 impianti di depurazione civili (siglati "1" e "2") ed è stato trasportato in laboratorio aerato e nel minor tempo possibile, in modo da evitare situazioni di anossia che potrebbero comprometterne la fisiologia e la microfauna caratteristica. Il fango proveniente dal depuratore "1" si presentava ben colonizzato da numerose specie di protozoi con valori di SBI estremamente elevati (fango di classe I ovvero: "fango ben colonizzato e stabile, ottima attività biologica; alta efficienza depurativa"); l'altro, invece (depuratore "2"), era caratterizzato da uno stato di salute non ottimale (fango di classe II ovvero: "fango ben colonizzato e stabile, attività biologica sub-ottimale; discreta efficienza depurativa").

In supporto alle prove biologiche, sono state condotte anche prove chimiche per stabilire la natura del fango prelevato, il tipo e le caratteristiche dell'alimentazione di cui necessita nella fase di acclimatamento e valori relativi di biodegradazione delle sostanze somministrate al fango.

I risultati delle prove chimiche effettuate sui due campioni di fango prelevato ai depuratori siglati 1 e 2 sono riportati in Tabella II.

La maggiore quantità di solidi presenti nel fango proveniente dal depuratore 1 indica una maggiore quantità di biomassa, un valore di COD paragonabile, di grande utilità per lo scopo finale prefisso, ovvero la valutazione della biodegradabilità dei reflui di interesse.

La soluzione impiantistica globale, adottata per la messa a punto delle condizioni sperimentali ottimali per la buona salute del fango, prevede quindi una batteria di micro-vasche, contenenti il fango proveniente dal depuratore 1, aerato in continuo da pompe collegate in parallelo agli aeratori, in modo che il flusso di aria sia costante ed uguale in ciascuna bottiglia (flusso di aria = 2,9 l/min).

Il contenuto in biomassa di ciascuna bottiglia è attentamente equilibrato in modo da non creare delle situazioni di non equivalenza all'interno delle varie "vasche".

L'alimento che si è dimostrato più idoneo al sostentamento della biomassa è risultato essere il "FOOD 2".

2. Micro-vasche di ossidazione di tipo continuo

Dai risultati sperimentali ottenuti per il sistema di depurazione di tipo discontinuo, per ciò che concerne il sistema di aerazione e l'alimentazione, sono state condotte prove su sistemi alimentati in continuo, variando lievemente la geometria del sistema per ottimizzare l'ossigenazione della vasca e permettere il riciclo del fango.

Il sistema continuo (Fig. 2) sfrutta un polmone di alimentazione (contenitore da 10 litri contenente il nutrimento "FOOD 2") posto a monte della vasca di ossidazione costituita da una bottiglia del volume di 2 litri aerata e collegata mediante tubo ad una seconda bottiglia del volume di 1 litro; quest'ultima funziona come vasca di sedimentazione, così da impedire la perdita definitiva del fango e consentirne il ricircolo. Questa sezione di sedimentazione è collegata, mediante un tubo, ad un altro contenitore da 10 litri per la raccolta del reflu. La tanica di alimentazione è munita di rubinetto per permettere la regolazione del flusso. L'aerazione è mantenuta costante mediante pompe a membrana del tipo per acquari. Il sistema è posto su diversi livelli per permettere la discesa del liquido.

Per poter valutare la velocità di gocciolamento ottimale è necessario tenere conto di due parametri importanti:

- della correlazione tra la velocità di gocciolamento dell'alimentazione e tempo di ricambio totale del liquido nella bottiglia da 2 litri;
- del tempo di contatto del fango con i reflui civili nell'impianto di depurazione presso cui sono stati effettuati i prelievi di biomassa (il tempo di contatto è circa 6 ore);

Per avere un ricambio ogni 6 ore del surnatante del fango occorre che la velocità di gocciolamento dell'alimento sia pari a 20 gocce al minuto (pari a 200 ml/h).

La quantità di nutrimento necessaria per la vita del fango in termini di COD è stimato 400 mg/l O₂, in analogia al valor medio in ingresso ad un impianto reale.

Il sistema di depurazione è stato studiato per 5 giorni consecutivi; al termine della sperimentazione, il fango ha presentato salute ottima, indice di un buon nutrimento e di un buon sistema di aerazione che ne determinano la crescita costante nel periodo di prova: questo risultato dimostra che le condizioni usate sono effettivamente ottimizzate. La con-

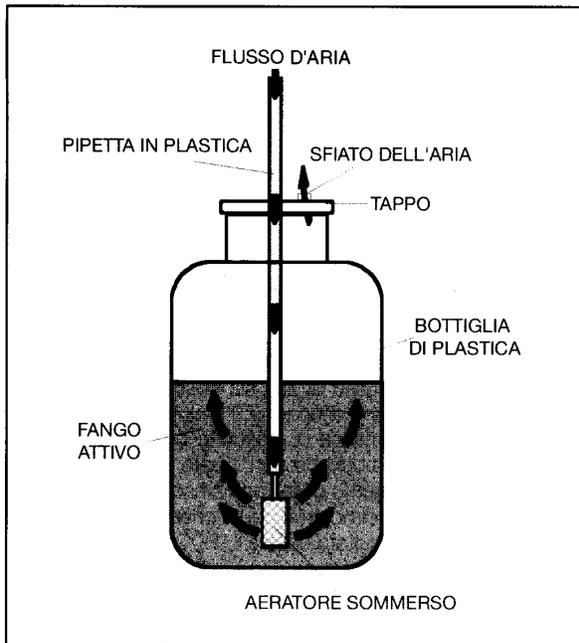


Fig. 1 - Schema dell'impianto di depurazione "batch"

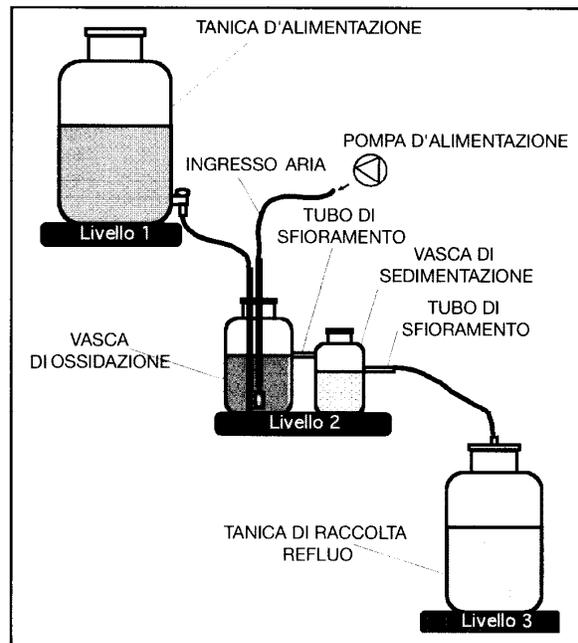


Fig. 2 - Schema di una micro-vasca di ossidazione in continuo

centrazione della biomassa, espressa in modo particolare dai solidi sospesi volatili, pur oscillante, rimane sempre ad elevati valori. I valori di COD del refluo in uscita sono relativi ad un abbattimento del carico in ingresso pari a circa l'80%.

3. Messa a punto impiantistica dell'impianto di depurazione pilota "BIOCHECK"

L'impianto pilota "BIOCHECK", utilizzato per le prove, simula le fasi principali di un sistema a fanghi attivi e si compone di un'unica vasca in materiale plastico trasparente, sezionata mediante una paratia verticale che lascia, tra le due aliquote, una luce di comunicazione sul fondo alta circa 2 cm.

Per l'illustrazione dell'impianto e delle sue componenti principali si veda la Figura 3.

La parte maggiore della vasca, a sezione rettangolare ed avente un volume utile di circa 50 litri, simula una vasca di ossidazione ed è equipaggiata ordinariamente con 3 diffusori ceramici a microbolle, collegati con un compressore d'aria (all'occorrenza, per eliminare eventuali inconvenienti legati alla scarsa ossigenazione del liquame o al ristagno del fango, è possibile inserire altri diffusori, eventualmente alimentati autonomamente mediante pompe da acquario).

Tale sezione dell'impianto è riempita con il fango impiegato per la sperimentazione, prelevato presso il depuratore civile 1. La messa a punto del BIOCHECK è studiata in fase di acclimatamento, per circa 2 settimane.

La parte minore della vasca, a sezione triangolare ed avente volume utile di 18 litri, simula la sezione di decantazione dei fanghi.

Le due sezioni comunicano attraverso la finestra che si trova sul fondo, cosicché il fango che decanta effettua una sorta di filtrazione dinamica delle acque che provengono dalla sezione di ossidazione.

Il livello delle acque nell'impianto è determinato dal troppo pieno che permette alle acque depurate di trascinare nel serbatoio di raccolta. Il sedimentatore è anche dotato di un rubinetto di fondo per lo scarico del fango.

Il ricircolo del fango avviene abitualmente in maniera automatica a seguito della turbolenza che si crea in corrispondenza della fessura di collegamento tra le due sezioni dell'impianto. All'occorrenza è possibile equipaggiare l'impianto con una o due pompe ausiliarie che possono incrementare la portata del ricircolo.

L'alimentazione all'impianto è di tipo continuo ed è garantita da una pompa peristaltica a portata programmabile.

Nel corso delle presenti prove la portata è stata impostata a circa 52 ml/minuto in modo da avere una portata giornaliera di 50 litri, che corrisponde ad 1,5 volte il volume della sezione di ossidazione.

La crescita del fango è stata seguita monitorando i parametri indicativi dello stato della biomassa; il fango di supero prodotto durante la depurazione è stato separato per mantenere costanti i parametri funzionali del sistema.

Nel corso delle prove, sono state eseguite le misure chimiche e biologiche per il monitoraggio dei diversi parametri del sistema, di seguito riportate:

- sui reflui in uscita (campione medio giornaliero): pH, conducibilità, COD, BOD₁₀;
- sui fanghi dell'impianto: SST, SSV, DHA, SBI, SVI, OUR_g.

Durante l'acclimatamento di un fango ad un nuovo tipo di carico si è osservato che:

- l'enzima DHA subisce un abbassamento per uno o due giorni, per poi risalire decisamente;
- l'indice biologico del fango può mantenersi alto anche per l'evoluzione della biomassa con comparsa di altre specie più adatte all'ambiente modificato;

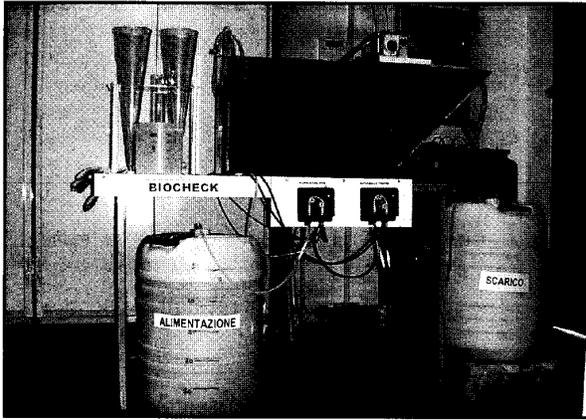


Fig. 3 – Apparecchiatura BIOCHECK in condizioni operative

1. Alimentazione - 2. Scarico - 3. Pompe peristaltiche alimentazione e ricircolo fango - 4. Fango attivo - 5. Surnatante depurato

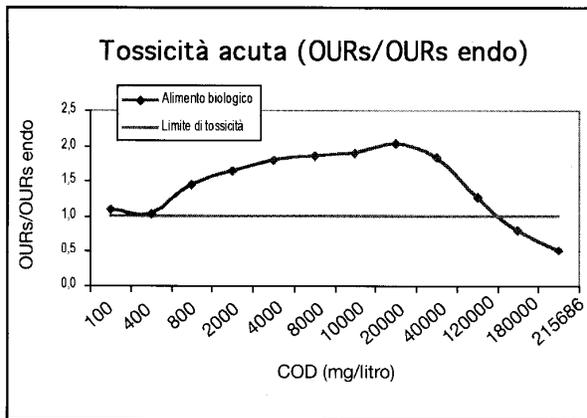


Fig. 4 – Tossicità acuta del nutrimento "FOOD 2"

- la concentrazione della biomassa presente si assesta intorno a 2 g/l;
- assai costante risulta essere il COD del refluo in uscita dall'impianto, con valori che presentano una biodegradabilità del refluo in ingresso superiore al 90%.

Ulteriori conferme al fatto che il trattamento prolungato con il nutrimento non produce fenomeni di tossicità cronica a carico della biomassa è fornita dalle misure di BOD_{10} effettuate sia sul refluo in ingresso che su quello in uscita, trattato tramite l'impianto pilota. Il valore di BOD_{10} ottenuto per il nutrimento è 273 mg/l mentre nel refluo trattato il BOD_{10} residuo è praticamente nullo: questo significa che, tutto quello che di biodegradabile entra nell'impianto viene completamente degradato dal fango attivo. Il fatto che questo risultato sia costantemente confermato giorno dopo giorno significa che il fango non subisce progressivi avvelenamenti o perdite di efficienza.

Il test respirometrico OUR fornisce informazioni riguardo l'eventuale presenza di composti inibenti o tossici presenti in

un refluo, individuata in modo indiretto, osservando l'effetto a breve termine sulla biomassa. La respirazione dei microrganismi del fango attivo in ambiente aerobico può essere stimata tramite la misura del consumo di ossigeno nel tempo.

Poiché l'OUR è dipendente dalla frazione di biomassa attiva presente nel fango in esame, stimabile attraverso la concentrazione di solidi sospesi volatili (SSV), più dell'OUR è interessante l'OUR specifico (OUR_s) che si ottiene dividendo il valore di OUR per la concentrazione di SSV, e che esprime la velocità di utilizzo dell'ossigeno per unità di biomassa. La tossicità in un sistema biologico può essere legata a diverse cause:

- Presenza di sostanze organiche con effetto tossico se presenti in elevate concentrazioni, ma biodegradabili in concentrazioni modeste;
- Presenza di sostanze che presentano soglia di tossicità in funzione delle specifiche condizioni operative;
- Presenza di sali inorganici e ammoniaca che, se riscontrati in elevate concentrazioni, inducono effetti gradualmente inibitori.

Il test di tossicità acuta consiste nell'esporre il fango a concentrazioni crescenti della sostanza campione e realizzare una curva "OUR_s/dose campione", in termini di COD della soluzione di nutrimento FOOD 2; in Figura 4 è riportato tale andamento. Per concentrazioni molto basse, i rapporti "OUR_s/OUR_s endogeno" sono molto prossimi ad 1: questo, ragionevolmente, è dovuto più ad una carenza di apporto in termini nutritivi al fango da parte del substrato, che non ad un fattore di tossicità della miscela la quale non risulta tossica neppure ad elevate concentrazioni, come si osserva dai punti centrali della curva; infatti per elevate concentrazioni di FOOD 2, la curva di tossicità si mantiene sempre al di sopra del valore 1. Solo a concentrazioni superiori a 180000 mg/l di COD l'alimento inizia ad avere effetti tossici.

CONCLUSIONI

Gli impianti di depurazione sono positivamente collaudati in tutte le loro componenti, al fine di mantenere una buona salute del fango e garantire la depurabilità di sostanze a carico della biomassa, consentendo così lo studio della biodegradabilità e dell'impatto ambientale di ogni genere di refluo, reale o sintetico.

Quindi, lo studio della biodegradabilità e dell'impatto ambientale di tensioattivi, di formulati per la detergenza e di reflui reali contenenti tali prodotti proseguirà con la somministrazione di tali sostanze a fanghi di depurazione contenuti nelle micro-vasche di depurazione di tipo "batch", di tipo continuo e nell'impianto pilota BIOCHECK (Nota 2).

BIBLIOGRAFIA

- [1] R.D. SWISHER, Surfactant biodegradation, 2nd edition. Marcel Dekker Inc., New York and Basel, 1987
- [2] A. SCRAMM et al., Applied and Environmental Microbiology 65 (9) 4189-4196 (1999)
- [3] G. SPIGONI et. al., I principali microrganismi filamentosi del fango attivo. Caratteristiche ecologiche e metodi di identificazione. Quaderni Tecnici dell'AGAC n° 5 (1992)

La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse

AVVERTENZE PER GLI AUTORI

La collaborazione a La Rivista Italiana delle Sostanze Grasse è aperta a tutti gli studiosi, ricercatori e tecnici che riferiscano su studi originali preferibilmente di carattere sperimentale.

Nella rubrica "Comunicazioni brevi" possono essere accolte brevi comunicazioni sui primi risultati di ricerche in corso.

Compilazione dei lavori (gli Autori sono pregati di attenersi strettamente alle disposizioni indicate)

I manoscritti debbono essere presentati su fogli dattiloscritti su una sola facciata ed essere corredati dei rispettivi brevi riassunti in italiano ed inglese e da un ampio sommario in inglese, completo di riferimenti a tabelle e figure, quando il testo del lavoro è in italiano, in italiano se il lavoro è in lingua inglese. Se presentati in inglese i lavori devono essere scritti in **linguaggio corretto, chiaro e conciso**. I manoscritti dei lavori pubblicati non si restituiscono.

Le illustrazioni che accompagnano i manoscritti debbono essere in **bianco e nero**; i disegni o i grafici eseguiti al calcolatore devono presentare linee nitide e marcate; le diciture e le didascalie debbono essere nella stessa lingua dell'articolo. Le figure vanno numerate progressivamente con numeri arabi, le tabelle con numeri romani.

La bibliografia, i cui riferimenti sono inseriti nel testo tra parentesi quadre, va posta sempre al termine dell'articolo. Per ogni riferimento bibliografico vanno indicati nell'ordine:

- nomi degli autori (iniziale del nome, cognome per intero);
- nome della rivista (per esteso od opportunamente abbreviato);
- numero del volume (in corsivo);
- numero della prima ed ultima pagina dell'articolo;
- l'anno solare (tra parentesi).

Ad esempio:

[1] O. ROSSI, A. BIANCHI (in lettere maiuscole), Riv. Ital. Sostanze Grasse 70, 520-526 (1993).

Di regola le bozze di stampa sono inviate agli Autori una sola volta.

Gli Autori non hanno spese di pubblicazione. Sono tuttavia a loro carico:

- a) le spese per il rifacimento delle figure, qualora gli originali dessero riproduzioni scadenti;
- b) le spese per sensibili modifiche apportate all'atto della revisione delle bozze;
- c) i sovrapprezzi per eventuale composizione delle tabelle qualora la loro superficie superi una pagina di testo.

Si invitano gli Autori ad inviare i lavori su disco o via e-mail (rivista@ssog.it) (Word per Windows o, se eseguiti con altri linguaggi, trasformati in RTF); si prega di inviare il testo, le eventuali tabelle e le figure in files separati.

Se gli Autori desiderano estratti dei loro lavori lo dovranno comunicare alla redazione all'atto della restituzione delle bozze di stampa corrette. Fino a 100 copie gli estratti sono gratuiti; per ulteriori copie il prezzo verrà calcolato in base al numero richiesto ed alle pagine di testo.