

ANALISI DELL'ARTICOLO DI DE MONTE ET AL. 2022

In questo documento, il CT di Assobioplastiche prende in considerazione l'articolo di De Monte et al. 2022, *An In Situ Experiment to Evaluate the Aging and Degradation Phenomena Induced by Marine Environment Conditions on Commercial Plastic Granules*¹. L'articolo è stato accompagnato da un comunicato stampa che ha creato un certo clamore mediatico per alcune affermazioni dai toni tassativi, che non vengono tuttavia analizzate in questo documento, che si concentra solamente sul contenuto tecnico della pubblicazione. A parere del CT di Assobioplastiche l'articolo in oggetto presenta alcuni punti di incertezza metodologica che sono riportati di seguito. Si auspica che, nel prosieguo della ricerca, ossia alla pubblicazione dei risultati dei prossimi campionamenti, gli autori possano apportare i necessari approfondimenti e contestualizzare i risultati in modo più oggettivo.

1. Nell'introduzione dell'articolo è stato inserito un paragrafo sulle bioplastiche, definite come "bioplastics" or "compostable plastics", senza però fornire alcuna definizione specifica dei termini utilizzati, né del rationale dietro la scelta di studiare solo le due tipologie di poliesteri effettivamente impiegate. Il termine Bioplastic viene usato in maniera non conforme a quanto indicato dallo standard EN 17228:2019². Quest'ultimo riporta come i termini "biopolimeri" e "bioplastiche" sono comunemente usati per identificare polimeri e plastiche che sono a base biologica, biodegradabili o che presentano entrambe le proprietà. Tuttavia, sebbene queste definizioni siano abbastanza diffuse e utilizzate dall'industria, si riconosce che sono suscettibili di fraintendimenti, in quanto la proprietà della biodegradazione non dipende dalla origine delle risorse di un materiale, ma è piuttosto legata alla sua struttura chimica. Nel prosieguo dello studio sarebbe di notevole interesse analizzare uno spettro più ampio di polimeri biodegradabili, discutendo più approfonditamente le motivazioni della loro scelta, e di correlarne le caratteristiche chimico-fisiche con i risultati attesi in termini di comportamento alla degradazione negli ambienti prescelti.
2. Nelle premesse dell'articolo si fa riferimento alla Direttiva 2019/904, asserendo che la sua approvazione può portare alla sostituzione dei tradizionali manufatti monouso in plastica non biodegradabile con quelli in plastica biodegradabile/compostabile. Tuttavia, l'eccezione per i prodotti biodegradabili e compostabili è prevista solo nel decreto legislativo n. 196 dell'8 novembre 2021 con cui l'Italia ha recepito la Direttiva, ma non nella Direttiva stessa. In termini generali, considerando le modalità di applicazione della Direttiva nei vari paesi europei, l'effetto principale della Direttiva è quello di incrementare in modo considerevole l'uso di monouso a base cellulosica e lignocellulosica (per esempio le posate di bambù) che però non sono oggetto dello studio. Pertanto, questa considerazione risulta di scarsa pertinenza per giustificare i presupposti alla base dello studio.
3. Uno dei parametri più importanti per valutare sperimentalmente la degradazione delle due bioplastiche è stata la valutazione del peso molecolare tramite GPC. Considerando la tipologia di manufatto impiegato (pellet) e le condizioni di esposizione dei materiali, sarebbe opportuno per il

¹ De Monte C, Locritani M, Merlini S, Ricci L, Pistolesi A, Bronco S. An In Situ Experiment to Evaluate the Aging and Degradation Phenomena Induced by Marine Environment Conditions on Commercial Plastic Granules. *Polymers*. 2022; 14(6):1111. <https://doi.org/10.3390/polym14061111>

² EN 17228:2019 Plastics - Bio-based polymers, plastics, and plastics products - Terminology, characteristics and communication

proseguo dello studio indicare quali parti dei manufatti sono state analizzate (superficie, interno del pellet), per avere maggiori informazioni sugli eventuali meccanismi di degradazione di ognuno dei materiali analizzati. Tale considerazione è stata inserita solo per il PLA, ma non è chiaro a quale parte del pellet i valori in tabella si riferiscano.

4. Per quanto riguarda il confronto tra i due poliesteri, nell'abstract dell'articolo è riportato che "PLA and PBAT did not show significant degradation after six months...", mentre dall'analisi dei dati GPC è evidente, così come riportato nelle conclusioni, che il PBAT "...showed a decrease of about 40% of the initial molecular weight and less than 10% for the sample in sea.". Pertanto, se l'obiettivo principale del progetto di ricerca in corso è quello di valutare l'eventuale degradazione di materiali in "bioplastica" in ambiente marino e costiero, la valutazione puntuale delle differenze di comportamento dei materiali analizzati dovrà essere discussa in maggior dettaglio, così da contribuire in maniera significativa all'impatto, in termini scientifici e sociali, del progetto stesso.
5. La valutazione delle variazioni morfologiche dei pellet sottoposti alla degradazione è stata effettuata tramite microscopia SEM. Tuttavia, l'analisi dei campioni è stata effettuata in maniera parziale. Sono state visualizzate solo le superfici dei pellet, e a ingrandimenti così bassi da non permettere di valutare in dettaglio l'erosione della superficie e le eventuali differenze tra materiali. Inoltre, considerando che durante la degradazione di poliesteri in ambiente marino uno dei meccanismi possibili consiste in reazioni idrolitiche, l'osservazione delle superfici interne dei manufatti è importante, a maggior ragione a tempi di esposizione superiori, per avere indicazioni meccanicistiche sulla suscettibilità alla degradazione dei materiali testati.
6. L'articolo descrive l'esposizione di pellet plastici ed altri articoli all'ambiente marino, all'interno di gabbie e di ceste (basket). Queste ultime sono formate da una rete con maglie di 1 mm. Come si evince dalle foto (Foto 2i) la rete è soggetta (come del tutto naturale ed atteso) alla ricopertura da parte di un bio-film che sembra otturare le aperture (bio-fouling). Questo processo rende i basket ambienti parzialmente chiusi dove verosimilmente lo scambio con l'ambiente circostante è limitato e le caratteristiche del liquido interno sono condizionate dalla microflora adesa alla rete. Non è stato fatto uno studio per verificare le condizioni all'interno dei basket ed inoltre non c'è una validazione che indica che la reazione di biodegradazione all'interno dei basket è uguale a quella che avviene all'esterno. In altri termini, i basket sono potenziali sorgenti di artefatti, e in ogni caso non sono una simulazione dell'ambiente che un pellet incontra quando è disperso in mare. Questo doveva essere evidenziato nelle discussioni, come limite della metodologia applicata.
7. I pellet sono aggiunti all'interno dei basket senza previa pesatura della loro massa, né individuale né totale. Ossia l'eventuale degradazione non viene seguita mediante perdita di peso. I pellet che vengono esaminati sono scelti da una popolazione sottoposta all'invecchiamento, usando dei metodi necessariamente soggettivi, anche involontariamente. Lo sperimentatore può "pescare" i pellet visivamente più degradati o quelli più piccoli, oppure l'opposto, sulla base di scelte di campionamento condizionate dalle attese, anche inconsapevoli. Peraltro, occorre notare che si possono analizzare solo i pellet che sono presenti nei basket e non quelli che, eventualmente, si sono completamente degradati. Sebbene questo non sia forse un problema al sesto mese di invecchiamento lo potrebbe diventare nel tempo. Questo rappresenta un elemento che doveva essere discusso nella sezione Discussioni, come limite del sistema.

8. Gli oggetti posti nelle gabbie sono di diverso tipo, dimensione e materiale: pellet polimerici, capsule di caffè, stoviglie monouso, dispositivi di protezione individuale e sigarette. In questo studio non sono stati collocati materiali di riferimento, possibilmente materiali polimerici naturali, riconosciuti come biodegradabili. Inoltre, ci sono state delle omissioni. Infatti, stoviglie monouso di materiali naturali (tipo bambù o legno) sono commercializzati senza divieti di alcun tipo e sono soggetti a dispersione accidentale. Parimenti, capsule di caffè a base di alluminio sono disponibili sul mercato ed ovviamente anche questi sono soggetti a dispersione ambientale. Il fatto che i materiali polimerici sono quelli più largamente rinvenuti come costituenti del cosiddetto "litter" non significa che questi siano più soggetti al "littering" di altri materiali usati nel monouso. È altresì molto verosimile che il maggiore rinvenimento di corpi solidi di natura plastica sia una conseguenza di tempi di degradazione molto più lunghi. Ossia non è l'input che cambia, ma l'output, per quanto riguarda la degradazione fisica.

9. Gli autori dell'articolo individuano in sei mesi il tempo in cui un pellet plastico debba scomparire affinché il suo rilascio ambientale non causi un danno. A giustificazione di questa scelta invocano uno standard internazionale, ossia l'ISO 14855-2:2018³. Qui gli autori cadono in un malinteso. L'ISO 14855-2:2018 (ma meglio riferirsi all'ISO 14855-1⁴, dove si trovano gli elementi generali, piuttosto che alla parte 2) descrive un metodo di prova standard per la misurazione della biodegradazione in condizioni di compostaggio. Il metodo prevede una durata del saggio pari a sei mesi. Ossia sei mesi è la durata del test. Non c'è nessuna correlazione tra questa durata e i tempi di degradazione attesi per un granulo di plastica rilasciato in mare. L'articolo su questo punto crea molta confusione ed ingenera un malinteso. Nell'abstract gli autori affermano che il PLA e PBAT non hanno mostrato un degrado significativo dopo sei mesi, rendendo l'eventuale riduzione dell'inquinamento marino dovuto a questo processo trascurabile. Il termine trascurabile non è giustificato in alcun modo. In particolare, non si discute quale debba essere il tasso di degradazione adatto per rendere il processo di biodegradazione "non trascurabile". Chiarito questo malinteso, viene a mancare quindi la giustificazione della scelta fatta dagli autori del tempo (sei mesi) in cui un manufatto deve "scompare" per essere considerato non dannoso. In realtà, l'idea che sei mesi sia il periodo durante il quale un materiale biodegradabile deve essere in grado di degradare è semplicistica. Come noto, le dimensioni dei materiali solidi influenzano la velocità di biodegradazione, una reazione eterogenea che avviene alla superficie. Pertanto, il tempo di biodegradazione di uno stuzzicadenti è ben diverso dal tempo di degradazione di un tronco. Il tempo di biodegradazione del legno però è uguale. In una fase preliminare di ricerca, come quella descritta nell'articolo, sarebbe preferibile piuttosto che definire aspettative di tempi di degradazione su base soggettiva, descrivere i risultati ottenuti con materiali di differente natura allo scopo di ottenere parametri utili per la modellizzazione di scenari di rilascio, degradazione, accumulo, fino alle concentrazioni ambientali attese.

³ ISO 14855-2:2018 Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions — Method by analysis of evolved carbon dioxide — Part 2: Gravimetric measurement of carbon dioxide evolved in a laboratory-scale test

⁴ ISO 14855-1:2012 Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions — Method by analysis of evolved carbon dioxide — Part 1: General method

Il **Comitato Tecnico di Assobioplastiche** è costituito da: Professoressa Paola Fabbri dell'Università di Bologna; professoressa Lucia Gardossi dell'Università di Trieste; l'ingegner Jenny Campagnol del CIC; la dottoressa Annalisa Nissola di TIPA; la dottoressa Antonella Pizzolante di BASF; il dottor Valerio Miceli di ENEA; il dottor Pierfrancesco Cerutti del CNR; il dottor Stefano Mambretti di Novamont; il dottor Antonio Munarini di Ecozema e il dottor Cesare Vannini del gruppo CCM.

Assobioplastiche - Associazione Italiana delle Bioplastiche e dei Materiali Biodegradabili e Compostabili – è stata costituita nel 2011 e rappresenta le imprese operanti in Italia ed all'estero nella produzione di polimeri biodegradabili e di prodotti finiti e nella gestione del fine vita dei manufatti realizzati con bioplastiche. Assobioplastiche ha sede a Roma ed è attualmente presieduta da Luca Bianconi.