



Fig.5: La plastica che ha invaso gli oceani.

LA BIOPLASTICA

DAGLI SCARTI DI LAVORAZIONE DELL'OLIO DI OLIVA

* P. Morganti,
** P. Cinelli,
** A. Lazzeri

Nei giorni 12-13 maggio 2015 e nell'affascinante cornice della città di Pisa (Fig. 1) si è svolto il workshop di ricerca sul tema "I biopolimeri per la valorizzazione dei rifiuti". Questa riunione scientifica è stata organizzata in occasione della chiusura del progetto comunitario Oli-PHA (GA. 280604): *Un nuovo ed efficiente metodo per la produzione di imballaggi basati sull'uso dei poliidrossialcanoati (PHA) ricavati dai rifiuti derivanti dalla lavorazione dell'olio d'oliva.*

L'olio di oliva, estratto per pressione, contiene fenoli e altri antiossidanti naturali presenti in considerevole quantità nelle acque reflue provenienti dalle relative lavorazioni. Quest'acqua, mentre da una parte rappresenta materiale di scarto non utilizzato, dall'altra è anche una preziosa materia prima ricca di polifenoli che potrebbero essere utilizzati, ad esempio, come composti antiossidanti.

È da ricordare come l'olivo sia la pianta più utilizzata nell'area mediterranea, dove viene coltivata da almeno 7000 anni in grandi appezzamenti di terreno. Per rendersi conto della sua im-

portanza, *Olea europea* in Italia occupa una superficie di oltre 1 milione di ettari, e nel 2012 sono state prodotte in tutta l'area mediterranea circa 3 milioni di tonnellate di olio di oliva. All'interno dell'Unione Europea solo questo settore è rappresentato da circa 2,5 milioni di produttori, un terzo cioè di tutti gli agricoltori attivi (1, 2).

La coltivazione intensiva dell'ulivo sostiene oggi, e per migliaia di anni ha sostenuto, la crescita e l'arricchimento di antiche civiltà avanzate, ma contemporaneamente ha però contribuito a impoverire l'habitat di altre piante naturali con un conse-



Fig.7: Scarti della lavorazione dell'olio di oliva, sansa.



Fig.1: Il Duomo di Pisa.



Fig.9: Attività cicatrizzante del tessuto a base di chitina-lignina su ustione di secondo grado.



Fig.3: Apparecchiatura di frangitura dell'antico frantoio toscano.



Fig.6: Tartaruga marina intrappolata dalla plastica.

guente e alto impatto ecologico. Infatti, la terra è stata mineralizzata e la biodiversità è stata ridotta anche per la coltivazione estensiva e l'uso di prodotti e biocidi chimici.

La perdita di biodiversità del normale ciclo ecologico della terra, i cambiamenti climatici e l'aumento dei rifiuti, ha così creato insoliti stress per le piante. Gli olivi sono diventati più vulnerabili sia ai normali parassiti che a insoliti e inusuali organismi, come la recente *Xylella fastidiosa* che, importata dal Costa Rica, ha provocato in Puglia un vero disastro con l'infestazione e la morte di centinaia di piante storiche (Fig.2).

Da queste considerazioni è scaturita la necessità di diffondere una migliore conoscenza sull'uso di procedure fitosanitarie innovative e più sostenibili sia per la coltivazione degli olivi che per una maggiore utilizzazione dei sottoprodotti dell'olio d'oliva, come l'acqua reflua

da usare, ad esempio, per sintetizzare polimeri utilizzabili nella la produzione di bioplastiche. A questo scopo, non va infatti dimenticato come nell'area mediterranea, dove sono presenti i maggiori produttori di olio d'oliva, vengano rilasciate annualmente come rifiuti circa 30 milioni di m³ di acque reflue, che non possono essere inviate ai sistemi di trattamento ordinari a causa della presenza di composti molto complessi, non facilmente biodegradabili. Così, dato che la domanda di olio di oliva è in rapido aumento in tutto il mondo, il conseguente inquinamento ambientale, provocato dai rifiuti da frantoio, è diventato un problema crescente soprattutto nella regione mediterranea. D'altra parte, molti studi indicano come questi rifiuti possano essere considerati una risorsa economica impiegandoli sia per la produzione di concimi per migliorare l'habitat del suolo, che per la realizzazione di polimeri adatti per produrre

bio-plastica, composti antiossidanti ed enzimi, oltre che combustibile.

Rifiuti plastici e biocompositi a base di poliidrossialcanoati (PHA)

Questo lo scopo del progetto di ricerca OliPHA (3) che, proposto da INSTM, unità del Dipartimento di Ingegneria civile e industriale dell'Università di Pisa, è stato coordinato da Elodie Bugnicourt dell'IRIS di Barcellona, Spagna, avendo come co-organizzatore dell'evento tra l'altro CONICET-INTEMA (Mar del Plata in Argentina) e l'Antico Frantoio Toscano, Bibbiana (LI) sostenitore dell'evento (Fig. 3).

Il workshop è stato aperto con i saluti di benvenuto di Patrizia Cinelli, a nome di Andrea Lazzeri, rappresentante ufficiale dell'INSTM nel progetto. A seguire l'interessante relazione tenuta da Maria Cristina Righetti, del CNR-IPCF di Pisa, che, come esperta di poliidrossialca-

noati (PHA), ha illustrato gli effetti indotti da questi poliesteri sulla struttura e proprietà del polimero finale. Sono state così riportate alcune proprietà meccaniche del PHA sottolineando come sia la frazione amorfa che quella cristallina, contribuiscano entrambe a caratterizzare proprietà e funzioni finali del polimero.

È da ricordare come i diversi PHA siano poliesteri lineari che, prodotti in natura dalla fermentazione batterica di zuccheri e lipidi, vengono sintetizzati e memorizzati nel citoplasma delle cellule come inclusioni insolubili in acqua (Fig.4).

Inoltre, l'alta biodegradabilità di questi biopoliesteri li rende ingredienti interessanti per la produzione di materie plastiche innovative, grazie anche alla loro diversità strutturale e alla stretta analogia che presentano nei confronti dei classici polimeri plastici. La necessità di ridurre l'uso di polimeri derivati dal petrolio è diventata un dovere-obiettivo della nostra società per ridurre drasticamente l'inarrestabile inquinamento provocato da questi polimeri il cui costo annuo è stimato essere circa 13 miliardi di dollari. È anche da ricordare come i rifiuti di plastica presenti sulla superficie degli oceani, siano oggi più di 5 trilioni di piccoli frammenti che galleggiano sulla loro superficie, per un peso totale pari addirittura a oltre 250.000 tonnellate (Fig. 5).

Infine non va dimenticato che più di 1 milione di uccelli e 100.000 mammiferi marini muoiono ogni anno perché mangiano o vengono intrappolati da rifiuti di plastica (Fig.6).

Dopo diverse relazioni introduttive, Elodie Bugnicourt ha riportato un'ampia panoramica del progetto OliPHA a cui han-

no fatto seguito altre relazioni scientifiche tenute da ricercatori appartenenti a diverse strutture di ricerca come:

CICESE (Ensenada, Messico), Archa e INSTM (Pisa, Italia), IRIS (Barcellona, Spagna), OWS (Ghent, Belgio) e INETMA-CONICET (Mar della Plata, Argentina). È stato così sottolineato come attraverso i risultati sperimentali ottenuti dal progetto OliPHA, finanziato dall'Unione europea, sia stato possibile valorizzare i diversi rifiuti da frantoio realizzando la sintesi di compositi a base di PHA, utilizzati per produrre bioplastiche mediante l'uso di cianobatteri selezionati (Fig.7).

Inoltre, attraverso questo nuovo procedimento di sintesi biogenica è stato possibile non soltanto produrre bio polimeri e selezionare i cianobatteri più adatti, ma anche produrre biogas per digestione anaerobica della massa residua (Fig.8). Con il polimero ottenuto sono stati realizzati imballaggi flessibili e rigidi adatti per gli alimenti. Infine, i polifenoli estratti dalle acque reflue, come composti antiossidanti, potranno essere utilizzati anche nei settori farmaceutico e cosmetico.

In base all'argomento sviluppato da CNR-ISE di Firenze, INSTM e ARCA di Pisa in collaborazione con Antico Frantoio Toscano, uno dei problemi da risolvere è stata la conversazione dei reflui oleari in una materia prima adatta per la foto-produzione della bioplastica, ottenuta con un processo di pre-trattamento delle acque di vegetazione che ha permesso la rimozione dei polifenoli. I migliori risultati in termini di produzione di biopolimero da parte di ciano batteri dalle acque de-fenolizzate sono stati ottenuti attraverso la produzione di una bio-massa sec-



Fig.2: Antica coltivazione pugliese devastata dalla xylella (prima e dopo).

ca ricca di poli-idrossialcanoati, ricavati da acque reflue dell'olio d'oliva trattate mediante l'uso di carbone attivo granulare.

Così svariate presentazioni orali da parte di altri partners del consorzio quali Tecnicas para la Fihacion del Carbonio S.L. (FCT), ARCA, Iris e a mezzo poster, hanno messo in evidenza i risultati ottenuti con il trattamento e la rimozione dei polifenoli dalle acque di vegetazione dell'olio d'oliva e con successivo utilizzo di foto-bioreattori per la coltivazione di microalghe.

La novità del progetto è rappresentata dall'aver sintetizzato poli-idrossi-alcanoati sia su scala di laboratorio che mediante una produzione pilota adatta per realizzare imballaggi flessibili e rigidi attraverso la produzione di biocompositi biodegradabili e compostabili basata su un processo sostenibile che permette di ottenere anche polifenoli allo stato cristallino. Un altro progetto di ricerca, denominato Chitofarma, riportato nel meeting, si è basato sull'uso medico di polimeri ricavati dall'utilizzazione della lignina, che, ottenuta dalla biomassa vegetale, viene complessata con nanofibrille di chitina estratte dagli scarti di lavorazione dei crostacei. È stato così evidenziato come il tessuto privo di trama, ottenuto

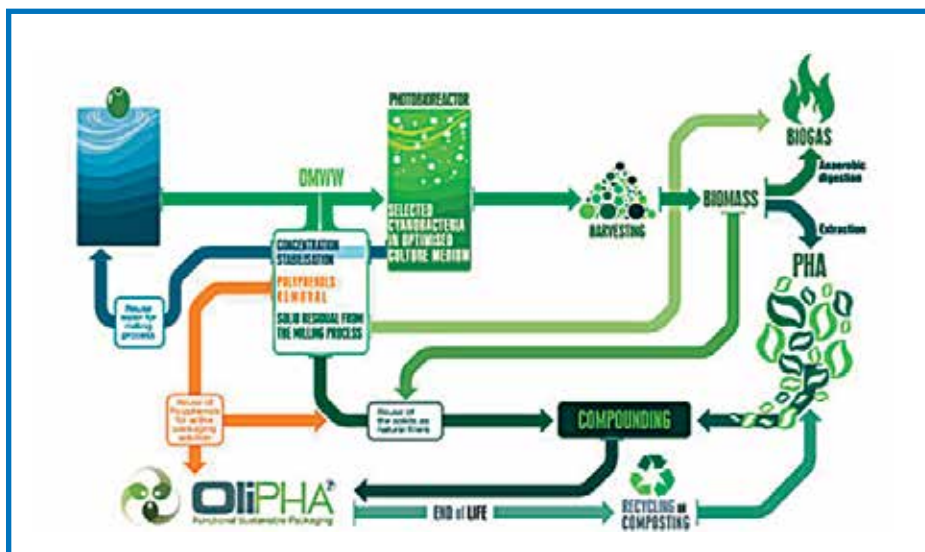


Fig.8: Produzione ecosostenibile di PHA e biogas.

attraverso l'elettrofilatura e con l'uso di questi polimeri, possiede un'intensa attività cicatrizzante se utilizzato, ad esempio, su cute colpita da ustioni di I e II grado (Fig.9). Ulteriori presentazioni hanno illustrato i risultati ottenuti da altri interessanti progetti di ricerca quali BioBottle, Leguval, DibbioPack, Life-BiocopacPlus, WheyLayer, BioBoards, Nano-Chitopack, Performance, ThermoWhey, GreenFibreBottles, presentati da studiosi di Università e Centri scientifici di ricerca esperti nella sintesi e produzione di polimeri e materiali biodegradabili ricavati da fonti rinnovabili.

Impatto ambientale e valorizzazione dei biopolimeri.

Un'importante osservazione comune riportata dalle diverse presentazioni e discussioni scientifico-industriali, è stata la necessità di superare i due principali fattori che attualmente limitano l'ulteriore introduzione dei biopolimeri sul mercato (presenti anche nelle numerose iniziative in atto per la valorizzazione dei rifiuti urbani):

1) Il *prezzo e gli investimenti* necessari per raggiungere una

adeguata produzione. Sul prezzo è interessante sottolineare come per alcune applicazioni specifiche, quali quelle che riguardano gli alimenti biologici (o le applicazioni biomediche), i consumatori siano disposti a pagare un prezzo maggiore. In questo modo sarebbe possibile sostenere gli investimenti necessari per raggiungere una produzione di polimeri sufficiente a ridurre i prezzi, per utilizzarli anche in settori di mercato più grandi e competitivi. Comunque i migliori incentivi per passare più rapidamente da un'economia circolare a un'economia verde che tutela anche l'ambiente e il benessere (Fig. 10), potrebbe venire dagli organismi pubblici attraverso l'introduzione di una maggiore tassazione a carico di aziende che utilizzano come materia prima le limitate risorse naturali. È stato anche evidenziato, secondo gli approcci attuali sulla valutazione dei loro cicli di vita (LCA), come i prodotti derivati dal petrolio risultino spesso economicamente più favoriti se confrontati con i prodotti biodegradabili realizzati su base biologica, a causa della ridotta scala di produzione di questi ultimi che impedisce di dimostrarne il loro migliore im-

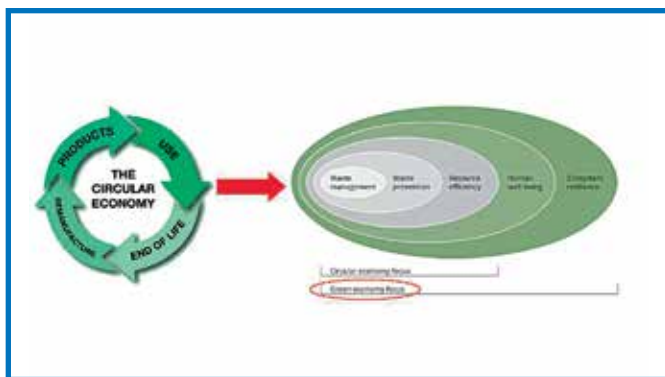
patto ambientale.

2) *Legislazione*: considerando la necessità di emanare nuove leggi che promuovano il maggior impiego delle bioplastiche per diverse applicazioni (come ad esempio l'uso degli shoppers compostabili reso obbligatorio in Italia) e sperando che la Comunità Europea spinga sempre più gli Stati Membri verso questa direzione, risulta però necessaria una minore rigidità legislativa, ad esempio, nei riguardi degli imballi alimentari la cui diversificazione in bio-imballi viene spesso bloccata da interventi di natura burocratica troppo onerosi per le PMI. Questo atteggiamento impedisce l'ingresso sul mercato di nuovi produttori/distributori che, spesso rappresentati proprio da PMI, non sono in grado di organizzare i numerosi e costosi dossier di registrazione, anche quando la soluzione da loro sviluppata risulta chiaramente più sicura ed eco compatibile, ma necessita comunque di essere registrata. A tal riguardo, è nostro parere che queste registrazioni debbano essere supportate da un finanziamento pubblico. Purtroppo, per tutti questi motivi i piccoli produttori sono indotti a privilegiare l'uso di polimeri già approvati senza tener conto delle innovazioni che potrebbero apportare notevoli contributi al miglioramento dell'ambiente.

Le cosiddette *gocce in soluzione* (pellets), che non prevedono procedure addizionali per il loro uso, sembrano essere preferite dall'industria della trasformazione come pure i materiali biocompatibili che permangano tali anche dopo la loro trasformazione in prodotti finiti sicuramente riciclabili.

Infine è rilevante evidenziare l'importanza che riveste il miglioramento del sistema di sele-

Fig.10: Da una economia circolare a una economia verde.



zione delle materie prime, se si vuole realmente optare per la produzione delle bioplastiche. Nel secondo giorno del workshop si è svolto un evento dimostrativo con il quale sono state evidenziate le interessanti prestazioni del fotobioreattore, in grado di produrre polioidrossialcanoati con l'uso di microalghe coltivate nell'acqua di scarto della produzione dell'olio d'oliva. All'evento erano presenti numerosi olivicoltori che, assieme alle autorità, ai mass media presenti e ai diversi studiosi che hanno partecipato attivamente all'evento OliPHA, sono stati coinvolti nella valorizzazione di queste acque reflue.

Osservazioni conclusive

Il workshop, come importante evento di incontro tra industrie e centri di ricerca coinvolti su argomenti di interesse comune, ha rappresentato un'occasione utile per l'intercambio di informazioni, idee e prospettive nell'uso dei biopolimeri e nella valorizzazione delle biomasse. Si sono così costruite le basi per future collaborazioni scientifiche e industriali utili per poter sviluppare nuovi progetti e nuovi prodotti basati sull'uso e la valorizzazione di biopolimeri ottenibili da risorse rinnovabili, quali soprattutto i rifiuti sia urbani che industriali.

In conclusione, secondo il prof. Erik Mathijs, Presidente del gruppo di esperti del Comitato Permanente per la Ricerca Agricola Europea, "una forte Bioeconomia che utilizzi le tecnologie per massimizzare l'uso di risorse rinnovabili, rappresenta il modo migliore per assicurare la produzione sostenibile di cibo, materiali di consumo, prodotti chimici ed energia" (4). Così operando sarà possibile sostituire i prodotti ricavati dall'uso di polimeri ottenuti dal petrolio con polimeri innovativi basati sull'uso di fonti naturali e rinnovabili, quali ad esempio amido, chitina o zucchero, in accordo con i risultati riportati da questo interessante incontro.

A questo scopo, mentre la bioeconomia europea ha raggiunto già un fatturato di quasi 2 trilioni di euro, impiegando più di 22 milioni di lavoratori, la Commissione Europea si è posta l'obiettivo di ricavare entro il 2025 un valore aggiunto di 10 euro per ogni euro investito in ricerca e sviluppo in questo settore.

La speranza di tutti gli studiosi è che i prossimi investimenti stanziati con il programma di ricerca EU Horizon 2020 vengano utilizzati non solo per promuovere la salute e il nostro benessere generale, ma anche per far sì che gli imballaggi alimentari, l'isolamento delle case e le fonti energe-

tiche utilizzate siano in grado di ridurre drasticamente e a livello generale, la produzione di rifiuti e le emissioni di gas serra preservando l'ecosistema e la biodiversità del pianeta (Fig.11).

* II UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI

Professore di Farmacologia Cutanea, Istituto Dermatologico, II Università Degli Studi Di Napoli
Visiting Professor, China Medical University, Shenyang, China

**UNIVERSITÀ DI PISA

Istituto Nazionale di Scienza e Tecnologia dei Materiali, c/o Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria Civile ed Industriale, Pisa

Bibliografia

- Azbar N, Bayram A, Filibeli A, Muezzinoglu A, Sengul F. and Ozer A. (2004) A review of Waste Management Options in Olive OIL Production. *Critical Reviews in Environment Science and Technology* 34(3):209-247.
- Hansen C. (2014) Environmental Impact on Olive OIL Processing Wastes. www.ecomena.org/olive-Oil-Wastes/ (retrieved 20/07/15 9.00).
- OliPHA (2015) Proceedings on Functional Sustainable Packaging, May 12-13, Pisa (Italy).
- Mathijs E. (2015) Sustainable Food, Material, and Energy will Flow from a Technology-driven Bioeconomy. Report. EXPO Milano, June 19.

POLIIDROSSIALCANOATI (PHA) e Aminoacil-tRNA Sintetasi Cellulare

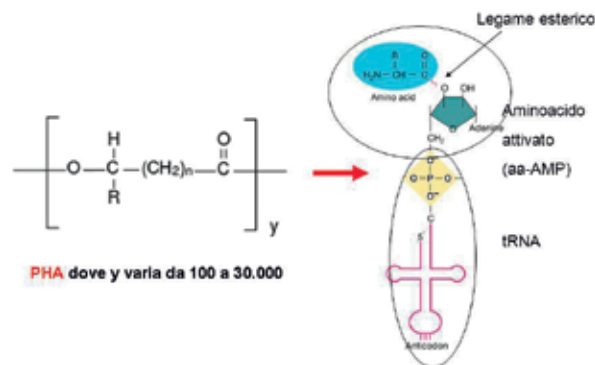


Fig.4: Poli-oidrossi-alcanoati utilizzati dalle cellule per produrre proteine.