



ASSOCIAZIONE
ITALIANA
PER LA RICERCA
INDUSTRIALE

I vincitori delle Borse di studio Renato Ugo 2022

*Farmaci guidati che arrivano direttamente alle lesione cancerose,
Rivestimenti antivegetativi a basso impatto ambientale.
Elastomeri Liquido Cristallini per la realizzazione di muscoli artificiali.
Una magica trasparenza: dai pannelli fotovoltaici alla finestre fotovoltaiche.
Nuova vita per le batterie agli ioni di litio esauste*

Farmaci guidati che arrivano direttamente alle lesione cancerose

Tra gli sviluppi e le innovazioni più promettenti per la terapia del cancro si trovano i sistemi in cui il farmaco viene legato ad opportuni carrier per il trasporto dell'unità terapeutica nell'organismo direttamente e, soprattutto, selettivamente nelle cellule tumorali.

L'obiettivo è quello di permettere al farmaco di arrivare in corrispondenza della lesione cancerosa attraverso l'ausilio di un opportuno carrier e quindi controllarne il rilascio: processo anche noto come vettorizzazione del farmaco. In questo modo si massimizza la quantità di farmaco che raggiunge la massa tumorale, permettendo la riduzione della dose di somministrazione e degli effetti collaterali negativi associati all'azione del farmaco sulle cellule sane.

Il lavoro, inserito nell'ambito di un progetto di ricerca pluriennale del gruppo in cui ho svolto la mia tesi di laurea sperimentale in Chimica e Tecnologia Farmaceutiche (CTF), ha riguardato la progettazione e la sintesi di addotti per la veicolazione dell'unità citotossica (MonoMetil Auristatina E: MMAE). I linker progettati e sintetizzati hanno permesso di coniugare l'unità terapeutica MMAE a due diversi vettori, un peptide naturale sintetizzato in forma tetramerica e una proteina fisiologica, i cui recettori risultano over-espressi in corrispondenza delle cellule tumorali.

Gli addotti Farmaco-Peptide e Farmaco-Proteina che ho preparato hanno dato buoni risultati preliminari dimostrandosi capaci di fornire alte concentrazioni del farmaco (MMAE) nei tessuti patologici riducendo gli effetti citotossici sulle cellule sane. Rispetto alle strategie di vettorizzazione con anticorpi monoclonali ad oggi utilizzati, i coniugati Farmaco-Peptide e Farmaco-Proteina di cui mi sono occupata sembrano avere una più facile penetrazione nelle cellule tumorali, una minore immunogenicità e una più accessibile ed economica sintesi, e quindi possono rappresentare una ulteriore preziosa arma da aggiungere all'arsenale dei farmaci di nuova generazione per la Terapia Tumorale Mirata.

Alice Bonciani, con la tesi: *"Sintesi di linker per la veicolazione di agenti antitumorali"* (Chimica e Tecnologie Farmaceutiche, Università di Firenze)

Rivestimenti antivegetativi a basso impatto ambientale.

Il progetto di tesi, che si inserisce in un più ampio lavoro svolto in collaborazione con l'azienda Maflon S.p.A. (Castelli Calepio BG), ha l'obiettivo di sviluppare nuove formulazioni polimeriche fotoreticolabili, potenzialmente utilizzabili come rivestimenti antivegetativi a basso impatto ambientale non contenenti metalli pesanti o biocidi, rappresentando così un'alternativa ecosostenibile alle vernici anti-biovegetative marine a base di rame maggiormente utilizzate al giorno d'oggi.

In particolar modo, vengono progettati e sviluppati rivestimenti in grado di inibire le interazioni tra il substrato e gli organismi marini e/o di promuovere il loro efficace distacco, in seguito all'azione di deboli sforzi di taglio, sfruttando esclusivamente le proprietà superficiali e meccaniche del rivestimento stesso. Per la preparazione dei rivestimenti è stata scelta la fotopolimerizzazione, una tecnica versatile e facilmente scalabile a livello



industriale. Questa tecnica presenta una serie di vantaggi, tra cui la possibilità di eliminare o almeno ridurre il solvente organico nella formulazione e di condurre le reazioni a temperatura ambiente per tempi di polimerizzazione relativamente brevi senza necessità di successivi stadi di finitura. Il progetto prevede oltre alla preparazione dei rivestimenti anche la loro caratterizzazione chimica, termica, meccanica e di superficie. Infine, in considerazione di una loro potenziale applicazione pratica, i rivestimenti saranno immersi in mare nel porto di Livorno in condizioni statiche al fine di valutarne l'efficacia antivegetativa.

Noemi Cei, con la tesi: *“Rivestimenti anfililici fotoreticolati per applicazioni come vernici antivegetative non tossiche e non contenenti biocidi”* (Chimica industriale, Università di Pisa)

Elastomeri Liquido Cristallini per la realizzazione di muscoli artificiali.

Gli Elastomeri Liquido Cristallini (LCE) sono materiali intelligenti caratterizzati dalla capacità di modificare reversibilmente la loro forma in risposta a stimoli esterni che possono essere controllati da un operatore, quali riscaldamento o applicazione di campi magnetici. Questa proprietà li rende particolarmente interessanti per la realizzazione di muscoli artificiali. Il gruppo di ricerca Complex Photonics, del Laboratorio Europeo di Spettroscopie Non Lineari (LENS, UNIFI) con il quale ho collaborato per il mio lavoro di tesi, ha studiato negli ultimi anni le proprietà degli elastomeri liquido cristallini nel campo della microrobotica e della fotonica. Le loro ricerche hanno portato allo sviluppo di materiali biocompatibili in grado contrarsi quando esposti a stimoli luminosi grazie all'utilizzo di coloranti particolari dispersi nei materiali. I muscoli artificiali sviluppati sono in grado di contrarsi per più di 20 giorni con 86.400 battiti al giorno, senza un decadimento delle prestazioni. La forza esercitata da tali muscoli artificiali è inoltre paragonabile a quella caratteristica delle cellule cardiache inoltre è possibile controllare la forza e la frequenza di contrazione variando l'intensità e la durata dell'illuminazione. Questo lavoro di tesi si colloca nell'ampliamento del set di materiali LCE disponibili ed in particolare si propone lo studio della loro sintesi in uno step mediante reazioni di fotopolimerizzazione da miscele di cristalli liquidi con gruppi acrilato e tioli. Il lavoro fa parte del contributo del gruppo Complex Photonics al progetto europeo H2020 FetProactive "REPAIR" che mira alla preparazione di cerotti sensibili alla luce per supportare il battito cardiaco in condizioni patologiche determinate, ad esempio, da un infarto. Aziende internazionali, interessate a rendere realtà questo progetto, collaborano attualmente per vincere gli ostacoli di fabbricazione. Ad esempio, l'azienda MedTronic contribuisce al fine di favorire l'automatizzazione del processo di produzione dei film, mentre l'azienda CellInk, esperta di stampa 3D in ambito biologico, ha in carico l'implementazione di componenti elettroniche all'interno dei cerotti, e l'azienda Specific Polymers lavora allo scale-up delle molecole in uso.

Neri Fuochi, con la tesi: *“Sintesi di materiali intelligenti applicabili come muscoli artificiali mediante reazioni di fotopolimerizzazione.”* (Biotecnologie industriali, Università di Firenze)

Una magica trasparenza: dai pannelli fotovoltaici alle finestre fotovoltaiche.

Il progetto di tesi, sviluppato presso i laboratori del Dipartimento di Scienze Chimiche dell'Università di Padova e del gruppo ICMATE-CNR (Padova), riguarda la realizzazione e lo studio di concentratori solari luminescenti (abbreviato LSC, dall'inglese "Luminescent Solar Concentrators"), ovvero di sistemi fotovoltaici innovativi per la conversione dell'energia solare in energia elettrica. Gli LSC consistono in lastre di materiale trasparente, solitamente plastica o vetro, che contengono disperse al loro interno delle sostanze luminescenti in grado di assorbire una parte della radiazione solare e di riemetterla all'interno della lastra stessa. La radiazione emessa viene poi convogliata verso i bordi del pannello, su cui sono installate delle celle solari di piccole dimensioni. Queste celle non ricevono illuminazione diretta dall'ambiente esterno, ma raccolgono la luce emessa nella lastra e poi concentrata sui suoi bordi, per trasformarla infine in corrente elettrica. I concentratori realizzati durante la tesi sfruttano composti di metalli lantanoidi come centri luminescenti, e plastiche altamente trasparenti come materiali per le lastre. Trattandosi di oggetti trasparenti e incolori, questi specifici dispositivi potrebbero costituire vere e proprie finestre fotovoltaiche, le quali



possano essere installate negli edifici senza che ne venga alterato l'aspetto originario. Tale applicazione rientra nel cosiddetto "fotovoltaico architettonicamente integrato", ovvero nell'insieme di tecnologie fotovoltaiche studiate appositamente per essere parte integrante delle strutture urbane e per arrivare anche negli spazi in cui non è possibile installare i classici pannelli al silicio.

Oltre che nella configurazione sopra descritta, nel lavoro di tesi sono stati realizzati anche LSC flessibili, caratteristica che permetterebbe il loro impiego anche in altre applicazioni oltre a quella architettonica, ad esempio come mezzi di ricarica per dispositivi elettronici portatili che sfruttino la luce del sole, o come fibre ottiche in grado di produrre radiazione a specifiche lunghezze d'onda a partire da quella solare e di trasportarla dove essa è necessaria.

Irene Motta, con la tesi: *"Progettazione e sviluppo di concentratori solari luminescenti a base di lantanoidi"* (Chimica, Università di Padova)

Nuova vita per le batterie agli ioni di litio esauste

Le batterie agli ioni di litio (lithium ion batteries, o LIBs) sono degli importanti dispositivi utilizzati per l'immagazzinamento e il successivo rilascio controllato di energia elettrica. Questi dispositivi, ideati tra gli anni settanta e ottanta del secolo scorso, sono stati commercializzati per la prima volta da Sony nel 1991 e da quel momento sono diventati sempre più parte della quotidianità di milioni di persone in tutto il mondo per i più disparati utilizzi.

Questi dispositivi presentano delle caratteristiche uniche, che per il momento non sono state nemmeno lontanamente uguagliate da nessun'altra tecnologia di accumulo di energia elettrica nel frattempo ideata. Tra queste proprietà è opportuno ricordare l'elevata densità di energia e di potenza, l'alto voltaggio nominale, l'ampio range di temperatura di esercizio e la stabilità termica, l'elevato numero di cicli di vita garantiti, l'efficienza di carica, l'autoscarica molto bassa e uno scarso effetto memoria. Tutto questo spiega la grande fortuna e l'enorme diffusione di questi dispositivi negli ultimi due decenni.

L'enorme diffusione delle LIBs in tutto il mondo e per le più diverse applicazioni ha però posto nell'ultimo decennio un grosso problema: la raccolta e soprattutto il riciclo di questi dispositivi al termine della loro vita. Infatti, secondo diversi standard fissati a livello internazionale, una LIB che possieda una capacità ridotta all'80 % del suo valore originale è da considerarsi esausta per tutte quelle applicazioni che richiedano elevate prestazioni (come per l'e-mobility) e possono al limite essere sfruttate ancora per qualche anno per l'immagazzinamento stazionario di energia. Tutto questo rende al tempo stesso le LIBs esauste un grosso problema di carattere ambientale, ma potenzialmente una grande risorsa per il recupero di materiali di interesse sempre più preziosi.

I primi impianti progettati per il recupero di LIBs esauste hanno seguito una tecnologia di tipo pirometallurgico: le batterie raccolte al termine della loro vita vengono bruciate ad elevate temperature (spesso oltre i 1500 °C) per recuperare delle leghe di metalli di interesse (alloys) e altre specie nelle scorie o ceneri (slag). Questi processi sono molto dispendiosi da un punto di vista energetico e poco sostenibili, prevedendo l'emissione di gas potenzialmente pericolosi in atmosfera.

Nell'ultimo decennio l'attenzione si sta quindi spostando verso processi di tipo idrometallurgico: le LIBs esauste vengono scaricate completamente e quindi triturate finemente. La matrice così ottenuta (nota in gergo come black mass) viene quindi trattata con acidi in uno stadio chiamato lisciviazione o leaching, in modo da portare in soluzione tutti i metalli di interesse presenti nelle polveri trattate. Successivamente, questi cationi metallici in soluzione vengono poi recuperati in vari modi (tra i modi più rudimentali si ricordano le precipitazioni chimiche e le estrazioni con solvente).

Questo progetto di tesi sperimentale si è quindi concentrato sull'ottimizzazione di questo stadio di lisciviazione, parte di un vero processo idrometallurgico per il recupero di metalli da LIBs esauste in fase di sviluppo. In particolare, il tentativo è quello di sostituire gli acidi minerali forti comunemente impiegati (HCl,



ASSOCIAZIONE
ITALIANA
PER LA RICERCA
INDUSTRIALE

H₂SO₄, HNO₃, acqua regia), che presentano grossi problemi di produzione di acque reflue fortemente acide, di emissione di gas nocivi e di corrosione dei reattori. Si propone quindi un'ottimizzazione dell'utilizzo di acidi organici decisamente più deboli e più ecocompatibili, ma che possano garantire simili prestazioni anche sfruttando eventuali meccanismi di complessazione delle specie metalliche portate in soluzione.

Giovanni Angelo Riva, con la tesi: "Valutazione di metodologie per il recupero selettivo delle batterie agli ioni di litio" (Chimica: Università di Milano).

Airi, Associazione Italiana per la Ricerca Industriale, rappresenta un punto di riferimento per il sistema italiano della ricerca industriale. Dal 1974 opera come associazione senza scopo di lucro con l'obiettivo di supportare la ricerca, l'innovazione, lo sviluppo tecnologico e il relativo trasferimento di conoscenze.

Airi promuove un'innovazione che contemperi tre componenti: il valore economico, il valore ambientale e quello sociale.

Airi rappresenta e supporta i suoi oltre 75 soci, tra aziende, organismi di ricerca, università, enti di ricerca pubblici e privati e società di consulenza. Gli investimenti dei soci Airi in ricerca ogni anno sono pari a 3,5 miliardi, ai quali si aggiungono 5 miliardi extra nelle innovazioni fino al 2022. I soci Airi occupano oltre 20mila addetti diretti in ricerca e sviluppo e nel 2020 rappresentavano il 37% delle domande di brevetti presentate in Europa dalle dieci aziende italiane più performanti.

È interlocutore istituzionale del MiSE, MUR, MAECI, MiTE e svolge attività e politiche di sostegno agli strumenti e agevolazioni per la ricerca e innovazione. Crea occasioni per fare rete ed entrare in contatto con i massimi esperti del settore, permettendo lo scambio di esperienze e di buone prassi. Conduce studi tecnologici, come le Tecnologie Prioritarie, e quantitativi, anche attraverso la collaborazione costante con organismi di riferimento a livello nazionale, quali l'Istituto nazionale di statistica e il sistema camerale italiano, enti normativi e di certificazione ed associazioni settoriali. Rappresenta gli interessi della ricerca industriale italiana anche in Europa, grazie alla partecipazione ormai ventennale a numerosi progetti nell'ambito dei Programmi Quadro UE della Ricerca e Innovazione. Favorisce l'orientamento e la promozione di competenze STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) tra mondo universitario e industriale, attraverso borse di studio annuali dedicate ai giovani laureandi per le migliori tesi di ricerca industriale.

Alberto Perini

Ufficio Stampa e Comunicazione

Airi – Associazione Italiana per la Ricerca Industriale

Viale Gorizia, 25/c I – 00198 Roma

mob. 3338951915

Tel. +39 (06) 8848831

e-mail: info@airi.it