

**Borse di dottorato di ricerca finanziate da Regione Lombardia nell'ambito dell'Accordo di collaborazione con ENEA/Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo sostenibile (DGR n. 7792 del 17/01/2018 e 5321 del 4/10/2021).**

## **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA**

Dottorato in: Ingegneria meccanica e industriale.

**Marina Maddaloni:** Agricoltura smart per la sostenibilità del sistema agro-alimentare.

### **Abstract**

Negli ultimi anni, la FAO ha stimato che circa 1/3 dei prodotti agricoli e alimentari viene scartato. Tutto ciò è un problema non solo dal punto di vista dello spreco alimentare, ma lo smaltimento dei rifiuti prodotti, ha forti conseguenze sia a livello di impatto economico, si stima infatti che in Europa circa 143 bilioni di euro annui vengano usati per una tonnellata di rifiuti, sia di impatto ambientale, legato all'emissione di gas serra nell'atmosfera.

Per questo motivo, la ricerca di nuovi percorsi per ridurre al minimo gli sprechi alimentari è un obiettivo fondamentale per gli scienziati. Attualmente l'uso industriale di tali scarti rappresenta solo l'1% della riduzione dei residui. Tuttavia, negli ultimi anni l'interesse scientifico sembra muoversi proprio in questa direzione

D'altra parte, tra i temi caldi più attuali c'è l'esigenza sempre più impellente di tecnologie adatte ad un'agricoltura più sostenibile. Dal 1° febbraio 2018, infatti, la Commissione Europea ha invitato alla diminuzione degli usi dei prodotti antiparassitari a base di rame in campo agricolo. Diventa quindi sempre più urgente la ricerca di nuove strategie più sostenibili. Allo stesso tempo, con l'aumento della popolazione mondiale e dell'inquinamento, è diventata improrogabile anche l'esigenza di avere acqua pulita, anche per uso agricolo. Attualmente, la bonifica delle acque avviene per lo più in impianti centralizzati, prima della distribuzione. Tuttavia, all'interno del sistema di distribuzione, la qualità dell'acqua trattata può essere degradata a causa della lisciviazione di contaminanti, dalla crescita batterica o dall'intrusione da parte di acque reflue. Pertanto, sarebbe il caso di avere dei sistemi per il monitoraggio e il risanamento di inquinanti che possano essere applicati anche localmente.

In questa prospettiva, in questo lavoro di tesi, è stato mostrato che è possibile unire questi tre aspetti sviluppando dei sistemi a base di un biopolimero naturale, estraibile da esoscheletri di gamberi, il chitosano, utilizzato per:

- Preparazione di sistemi, quali idrogeli diversamente funzionalizzati, per l'adsorbimento e rimozione di inquinanti di origine antropica e antropomorfica quali Cromo esavalente e molecole organiche (e.g. blu di metilene, metile arancio) dalle acque;
- Studio e messa a punto di film a partire da scarto alimentare per il packaging di cibo e bevande con interessanti proprietà battericide e antifungine;
- Preparazione di Nanoparticelle di chitosano a partire da esoscheletri di gamberi utilizzate come induttori di resistenza in piante di fagiolo infettate da TNV.

I risultati di questo studio hanno dimostrato che nell'ambito della bonifica delle acque, idrogeli sotto forma di bubbles, a base di chitosano estratto, sono particolarmente efficaci nell'adsorbimento, rimozione e nella fotodegradazione degli inquinanti target studiati (Cr(VI), blu di metilene, metile arancio). Si è inoltre dimostrato che la capacità di rimozione degli inquinati non è solo funzione della matrice del biopolimero, le cui proprietà funzionali possono essere razionalmente progettate e controllate da una combinazione sinergica di componenti attivi, come miscele di polimeri o nanoparticelle photocatalitiche (es. AgNPs, AuNPs, TiO<sub>2</sub>, PEDOT:PSS).

Nell'ambito dello studio preliminare di film di chitosano in vista di applicazioni nel settore del food packaging, si è evidenziato come pellicole derivanti da questo biopolimero abbiano buone proprietà meccaniche con interessanti caratteristiche battericide e antifungine che le rendono particolarmente adatte allo scopo.

Infine, le nanoparticelle di chitosano applicate su foglie di piante di fagiolo infettate da TNV, hanno dimostrato di aver effetto positivo sul numero di lesioni necrotiche superficiali dovute all'azione del virus che, sulle foglie trattata con il materiale oggetto di studio, diminuiscono sensibilmente.

**Pubblicazioni:**

- M. Maddaloni, I. Alessandri, I. Vassalini, Food-waste enables carboxylated gold nanoparticles to completely abat hexavalent chromium in drinking water, Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management, (2022), 18, 100686.
- M. Maddaloni, I. Vassalini, I. Alessandri Green routes for the development of chitin/chitosan sustainable hydrogels, Sustainable Chemistry (2020) 1 (3), 325-344.
- F. Torricelli, I. Alessandri, E. Macchia, I. Vassalini, M. Maddaloni, L. Torsi, Green Materials and Technologies for Sustainable Organic Transistors Advanced Materials Technologies (2022) 7 (2), 2100445.
- A. Boontanon, M. Maddaloni, P. Suwanpinij, I. Vassalini, I. Alessandri, Industrial Waste Against Pollution: Mill Scale-Based Magnetic Hydrogels for Rapid Abatement of Cr(VI), submitted.
- M. Maddaloni, I. Alessandri, I. Vassalini, From water for water: hydrogels against water pollution manuscript in preparation.

**Convegni e Workshop:**

- 2021: Festival dello sviluppo sostenibile, Padova: presentazione orale
- 2022: XIII Convegno Nazionale INSTM, Sestriere (TO): presentazione orale
- 9th IUPAC International Conference on Green Chemistry, Atene (Grecia): Poster