

# Attualità

## ECONOMIA CIRCOLARE, ESPERIENZE DI RICERCA A UNIMI-ESP

**Stefania Marzorati, Rita Nasti, Luisella Verotta**

*Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali*

*Università degli Studi di Milano*

[luisella.verotta@unimi.it](mailto:luisella.verotta@unimi.it)

*Un nuovo paradigma di sostenibilità coinvolge sin dalla sua nascita, nel 2017, il Dipartimento ESP (Environmental Science and Policy) dell'Università degli Studi di Milano. Stabilire l'equilibrio tra innovazione, tecnologia e politiche ambientali è la strategia adottata dal Dipartimento ESP per essere un punto di riferimento accademico per lo sviluppo sostenibile di un mondo in continua evoluzione.*

### **Circular Economy, UNIMI-ESP Research Experiences**

Since its very beginning, in 2017, a new sustainability paradigm has motivated the Environmental Science and Policy (ESP) Department of the University of Milan. Setting the balance between technology and innovation, together with sustainability policies, is the strategy implemented by ESP to act as a stable academic reference for the sustainable development in a constantly evolving world.

### **Introduzione**

Oggi più che mai, l'impegno a non sprecare è percepito come un dovere, nonostante conviviamo con il concetto di "economia circolare" da almeno cinquant'anni. Alla fine degli anni Sessanta, Boulding già descriveva la Terra come un sistema chiuso, con limitata capacità assimilativa, deducendo quindi che economia ed ambiente avrebbero dovuto sforzarsi di coesistere in costante equilibrio [1].

Questo paradigma di sostenibilità ha progressivamente acquisito spazio nella consapevolezza e nell'etica della società, oltre che all'interno di contesti accademici e industriali. Questi ultimi, consci del ritorno economico, oltre che di un miglioramento dell'immagine agli occhi del consumatore, ultimamente più attento a risvolti etici ed ambientali, si sono aperti a nuovi investimenti volti a migliorare i cicli produttivi, nell'ottica di minimizzare gli scarti.

D'altro canto il mondo scientifico accademico è risultato allo stesso modo profondamente influenzato dalla rivoluzione e dalle prospettive offerte dall'economia circolare, in una cornice già definita da qualche decennio dai principi della chimica verde. I concetti di riutilizzo, riciclo e rinnovo sono infatti stati i capisaldi enunciati da Anastas nel 1998, volti ad eliminare, o quantomeno ridurre, gli scarti [2]. In questo ambito, la pianificazione responsabile della gestione delle risorse deve prevedere un bilanciamento tra lo sfruttamento delle fonti, tenendo in considerazione gli aspetti di disponibilità, economicità ed impatto ambientale.

Alla luce di queste osservazioni, con la consapevolezza che la sostenibilità deve essere intesa come il nucleo imprescindibile della nuova rivoluzione a cui stiamo assistendo, il Dipartimento di Scienze e Politiche e Ambientali (Environmental Science and Policy, ESP) dell'Università degli

Studi di Milano, nasce nell'aprile 2017 con l'obiettivo di creare una struttura di ricerca e formazione espressamente dedicata allo studio delle scienze ambientali, con competenze



scientifiche estese e diversificate ma complementari, necessarie per un'analisi integrata dell'ambiente e delle problematiche ad esso associate. La multidisciplinarietà del Dipartimento ESP assicura un ambiente particolarmente fertile nei confronti di progetti rivolti alla sostenibilità ambientale, grazie alla stretta collaborazione tra chimici, biologi, ecologi, agronomi, geologi, matematici ed economisti, proponendo modelli di ricerca nei quali tecnologia, innovazione e sostenibilità si confrontano sfociando in reali applicazioni di interesse industriale. Il Dipartimento è coinvolto in numerosi progetti di

ricerca internazionali e nazionali, tra i quali vengono menzionati solo alcuni esempi, nel seguito, che trattano nello specifico la tematica della valorizzazione di scarti agro-alimentari con il valore aggiunto dell'utilizzo di strategie "green". L'approccio sostenibile raggiunge quindi il massimo del suo potenziale. Un impianto "lab-scale" di estrazione con CO<sub>2</sub> supercritica, presente da alcuni anni nei laboratori della dott. Verotta, ha permesso di consolidare l'utilizzo di una tra le tecniche "green" che si annovera tra le più promettenti in termini di selettività, sicurezza, risparmi energetici e ridotti impatti ambientali, evitando o quantomeno minimizzando l'utilizzo di solventi organici [3, 4].

### Valorizzazione degli scarti dalla torrefazione del caffè

Il caffè è la terza bevanda più consumata al mondo e prima in Italia, dove il suo consumo è una vera tradizione. A tal motivo, l'Italia è il terzo più grande Paese al mondo per l'importazione di caffè verde e rappresenta il terzo Paese al mondo per i volumi di esportazione di caffè in tutte



le sue forme, grazie alla presenza sul territorio nazionale di oltre 800 torrefazioni. Il processo industriale di lavorazione dei chicchi di caffè verde genera un unico rifiuto organico denominato "silverskin" per un quantitativo annuo nazionale di circa 7.500 tonnellate. Il silverskin è la sottile pellicina che ricopre il chicco di caffè, rimosso durante la torrefazione e comunemente

impiegato come fertilizzante. Dalle analisi chimico-fisiche, questo sottoprodotto industriale è risultato un materiale ancora ricco di sostanze di interesse, come antiossidanti, caffeina ed acidi grassi, con composizione variabile in funzione della specie e del luogo di coltivazione del caffè verde [5]. Per la sua interessante composizione, il mondo scientifico internazionale si è mobilitato negli ultimi anni per trovare un utilizzo alternativo per la valorizzazione del silverskin, non limitato solo al settore agricolo e bio-energetico.

Dalla collaborazione tra ESP, l'Istituto di Scienze e Tecnologie Chimiche "Giulio Natta" (SCITEC)-CNR, Eurac Research e importanti aziende del nord-Italia (Favini Srl ed Intercos SpA), nasce il progetto CirCO (Circular Coffee, <http://progettocirco.it/>), finanziato da fondazione Cariplo e Innovhub, con l'obiettivo di valorizzare ogni costituente del silverskin. In particolare la frazione lipidica del silverskin viene recuperata mediante estrazione in fase supercritica, ottenendo un

prodotto con proprietà organolettiche superiori rispetto alla tradizionale estrazione con solventi organici, affiancata dai vantaggi in termini di sicurezza e risparmi energetici [6, 7].

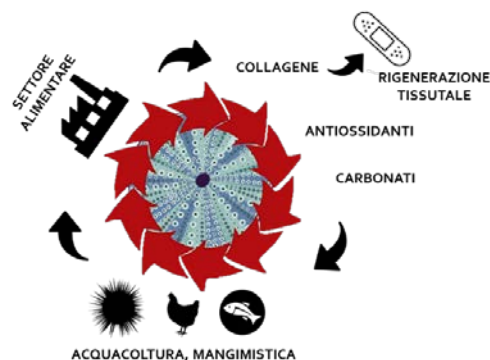
Il grasso di silverskin è stato addizionato con successo come materia prima funzionale in alcuni cosmetici dall'azienda Intercos Spa [6], mentre il residuo cellulosico, depauperato dei componenti bioattivi, è stato trasformato in carta di alto grado dall'azienda Favini Srl.

Dati provenienti dal centro di ricerca Eurac evidenziano come l'utilizzo di silverskin, come materia prima per la produzione di un chilogrammo di carta, riduca il consumo energetico (28,8 MJ) e la produzione di CO<sub>2</sub> (0,97 kg) rispetto al normale ciclo produttivo per lo stesso quantitativo di carta, a partire dalla corteccia degli alberi (30,8 MJ e 1,11 kg di CO<sub>2</sub>).

Il progetto CirCo dimostra così la possibilità effettiva di un cambio di direzione nella gestione dei rifiuti anche a livello industriale, in grado di creare nuove strade d'impiego sociale e commerciale.

### Il riccio di mare sostenibile

I progetti CIRCULAR e BRITeS, mirati al riciclo degli scarti del riccio di mare attraverso ambiziosi approcci "Zero Waste" hanno ottenuto finanziamenti da Fondazione Cariplo nel 2019 e dal MIUR (PRIN 2017), coinvolgendo diversi gruppi di ricerca di ESP, assieme a partner di altri enti



accademici (Università di Padova e di Genova) e industriali. Dalle indagini sul mercato del riccio di mare, e sui relativi impatti ambientali, si evince che tra i Paesi europei, l'Italia è il principale consumatore di ricci di mare, la maggior parte dei quali viene prelevato dal suo naturale ecosistema. Poiché ad oggi le tecniche di acquacoltura non sono ancora economicamente vantaggiose, in molti Paesi sono in vigore stringenti regolamentazioni a tutela della specie, per evitare uno sfruttamento poco sostenibile. Considerando

che la porzione edibile dell'animale è limitata agli organi riproduttori (le gonadi), lo scarto costituisce la frazione maggioritaria. Il progetto si propone di estrarre collagene marino a partire da tessuti connettivi peculiari contenuti nello scarto e di utilizzarlo nell'ambito della medicina rigenerativa tissutale, come sostituto biocompatibile ed ingegnerizzato del derma, in grado di promuovere la rigenerazione dei tessuti fornendo al contempo stabilità meccanica e durabilità [8].

L'ulteriore frazione residua, ovvero la teca e le spine del riccio costituiti principalmente da carbonati, viene, invece, valorizzata come supplemento mangimistico per il pollame oppure per lo sviluppo dell'acquacoltura del riccio stesso; si tratta, infatti, in ogni caso di specie animali che richiedono una dieta particolarmente ricca di questi sali per la produzione del guscio delle uova o della teca stessa. La presenza di molecole antiossidanti, i poliidrossinaftochinoni (come spinocromi ed echinocromi), assieme alla frazione di carotenoidi, derivante dalla dieta dell'animale che si nutre di alghe e microalghe marine, viene considerata un importante valore aggiunto del mangime, in grado di fornire benefici alimentari nella dieta, e, potenzialmente, anche nel metabolismo dell'animale per il suo sviluppo.

### Biotecnologie applicate ai residui di piante medicinali

STAIRWAY è l'acronimo del progetto "SusTAInable Recovery and biotechnological valorization of medicinal plants WAstes", finanziato anch'esso da Fondazione Cariplo, all'interno del bando "Circular Economy for a Sustainable Future" 2019. Il progetto si svolge in stretta

collaborazione con l'Istituto di Scienze e Tecnologie Chimiche "Giulio Natta" (SCITEC)-CNR di Milano e vede coinvolta Indena, azienda italiana leader nell'identificazione, sviluppo e produzione di principi attivi botanici di alta gamma per l'industria farmaceutica e nutrizionale.



L'idea progettuale nasce dall'ipotesi che, nel momento in cui la strategia estrattiva selezionata per la biomassa vegetale è selettiva, i residui vegetali potenzialmente sono ancora ricchi di sostanze ad alto valore aggiunto. Nello specifico, l'estrazione di frutti e semi di due diverse piante medicinali viene svolta dall'azienda attraverso la tecnologia "green" con CO<sub>2</sub> supercritica e, poiché l'estrazione con fluidi supercritici è nota per essere una tecnica particolarmente selettiva,

composti ad alto valore aggiunto si troveranno ancora presenti negli scarti. Il punto di partenza del progetto riguarda, quindi, lo studio del profilo fitochimico degli scarti, che viene nuovamente effettuato attraverso l'utilizzo, su scala di laboratorio, della tecnica di estrazione in fase supercritica, anche in presenza di cosolventi.

La fase successiva prevede la messa a punto di processi biotecnologici attraverso l'utilizzo di biotrasformazioni sui residui con enzimi purificati oppure di microorganismi, per ottenere selettivamente composti target di elevato valore aggiunto di interesse cosmetico, nutraceutico e farmaceutico.

ESP si propone, dunque, di occupare una posizione in prima linea per prendere parte alla rivoluzione in corso, per essere parte attiva della realtà a sostegno di una visione più sostenibile delle risorse. Oltre a quelli presentati, e nonostante la giovane età del Dipartimento, i progetti che hanno già ricevuto finanziamenti sono infatti numerosi e sono consultabili alla pagina web dedicata (<http://www.esp.unimi.it/ecm/home/ricerca/progetti-finanziati>).

### Ringraziamenti

I lavori menzionati sono finanziati da Fondazione Cariplo-Innovhub (2017), Fondazione Cariplo (2019), PRIN 2017.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] K.E. Boulding, *Technol. Cult.*, 1967, **8**, 523.
- [2] J.C. Anastas, P.T. Warner, *Green Chemistry: Theory and Practice*, Oxford University Press: New York, 1998.
- [3] S. Marzorati *et al.*, *Green Chem.*, 2020, **22**, 187.
- [4] L. Panzella *et al.*, *Front. Nutr.*, 2020, accepted for publication, doi: [10.3389/fnut.2020.00060](https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00060)
- [5] S.M.F. Bessada *et al.*, *Sci. Total Environ.*, 2018, **645**, 1021.
- [6] C. Pirovano *et al.*, 25<sup>th</sup> IFSCC, Milan 30 Sept-01 Oct 2019.
- [7] R. Nasti *et al.*, submitted to *J. Clean. Prod.*
- [8] C. Ferrario *et al.*, *Mar. Environ. Res.*, 2017, **128**, 46.