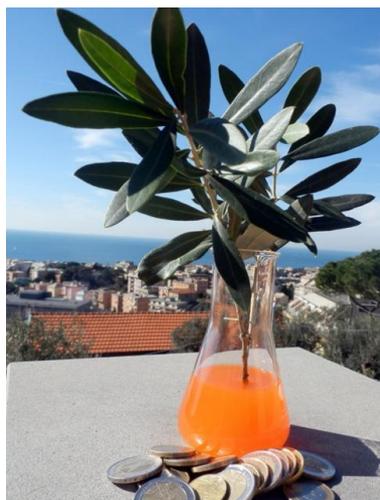


Bioeconomy Day



GIORNATA DELLA
BIOECONOMIA IN
LIGURIA

(BIOLIG 2021)

27 MAGGIO 2021

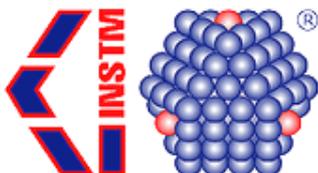
ABSTRACT DELLE COMUNICAZIONI ORALI



Università
di Genova



Cluster italiano della Bioeconomia circolare



Programma della giornata

9.00: **Welcome da parte del Preside della Scuola di Scienze MFN dell'Università di Genova**, Prof. Emanuele Magi.

9.15: **Attività di ricerca nell'ambito della bioeconomia presso l'Università di Genova** (Laura Gaggero, Prorettore alla Ricerca)

9.40 **Attività di ricerca industriale sulla Bioeconomia in Liguria** (Elisabetta Arato, TICASS)

10.00: Comunicazioni orali

- Il ruolo degli scarti agro-alimentari nella Bioeconomia: l'approccio del FoodEngLab. Patrizia Perego, DICCA (15 minuti)
- Valutazione e contabilità Ambientale per Servizi Ecosistemici. Barbara Cavalletti (DIEC) (15 minuti)
- Le aziende del recupero come fulcro dinamico per il bilanciamento dell'entropia, finalizzato a sviluppare realtà bioeconomiche nel territorio. La costruzione del modello di Upcycling in Relife, con la certificazione del processo da rifiuto a prodotto. - Enzo Scalia, RELIFE (15 minuti)
- Pirolisi di materiali lignocellulosici. Massimo Bernardini, DCCI (15 minuti)

11.00 Coffee Break

11.20 Comunicazioni orali

- Rigenerazione, innovazione e inclusione nel settore agroalimentare. - Guido Bonello, MICAMO (15 minuti)
- L'innovazione verde di diverse filiere agroindustriali nel territorio Alcotra: il progetto FINNOVER. Federica Turrini. DIFAR (15 minuti)
- Dalla natura un modello per realizzare apparecchi elettrici ed elettronici più sostenibili - Rosario Capponi, Futuredata (15 minuti)
- Scienza e diritto del mare. Lorenzo Schiano di Pepe. DIGI (15 minuti)
- BRITEs e CIRCULAR projects: un esempio di economia circolare a partire dal riccio di mare. Lorenzo Meroni, DISTAV (15 minuti)
- Colture microalgali nella depurazione di acque reflue. Elena Spennati. DICCA (15 minuti)

12.50 Lunch break

14.15 Conferenze a carattere divulgativo:

- L'idrogeno nell'economia circolare - Massimo Santarelli, Politecnico di Torino (30 minuti)
- Filiere forestali e trasformazione dei residui di lavorazione in chiave bioeconomica: stato dell'arte e prospettive - Manuela Romagnoli, Università della Tuscia (30 minuti).
- Bioplastiche: vantaggi, svantaggi e...business - Orietta Monticelli (Università di Genova), Marco Monti PROPLAST (30 minuti).
- I rifiuti come risorsa nei modelli di economia circolare - Michela Gallo (Università di Genova) (30 minuti)

16.15 Coffee Break

16.30 Tavola rotonda aperta a tutti

18.00 Conclusione e saluti

Il ruolo degli scarti agro-alimentari nella Bioeconomia: l'approccio del FoodEngLab

Emanuela Drago, Margherita Pettinato, Roberta Campardelli, Patrizia Perego

Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale (DICCA), Università degli Studi di Genova - Scuola Politecnica, Via Opera Pia 15, 16145 GENOVA. E-mail: p.perego@unige.it

La bioeconomia ha come punto cardine il raggiungimento della sostenibilità delle filiere a 360° portando in primo piano il problema della gestione dei rifiuti. Quest'ultima, insieme allo spreco alimentare, pone un problema che è oggetto di crescente interesse sociale, economico, ambientale e politico.

Ogni anno nell'UE vengono generati milioni di tonnellate di rifiuti e sottoprodotti dell'industria alimentare, contenenti un notevole carico organico che rappresenta una potenziale fonte di inquinamento per l'ambiente. Dall'altra parte, essi sono spesso ricchi di molecole bioattive, il cui recupero può rappresentare una fonte di materie prime e composti di interesse per l'industria.

Il concetto di valorizzazione si basa sull'idea di considerare qualsiasi materiale di scarto come una possibile risorsa per altri processi. Tali residui possono essere trasformati in nuovi biomateriali o biocombustibili, oppure utilizzati come materia prima per il recupero di molecole ad elevato valore aggiunto, grazie all'applicazione di metodi estrattivi e biotecnologici appropriatamente progettati. Inoltre, l'impiego di tali residui per scopi energetici consente di fornire una parziale alternativa allo sfruttamento di risorse fossili, permettendo di aumentare la sostenibilità delle attività industriali. La valorizzazione dei sottoprodotti della lavorazione degli alimenti rappresenta quindi sia una necessità sia un'opportunità.

In quest'ottica, le attività del FoodEngLab del DICCA, sono focalizzate sulla valorizzazione dei residui agroalimentari e, più in generale, di biomasse la cui gestione e impatto costituiscono ad oggi un problema non del tutto risolto. Il recupero di molecole bioattive, come polifenoli, proteine, lipidi, è stato condotto utilizzando tecniche di estrazione e di stabilizzazione innovative e green, con l'obiettivo di ridurre al minimo l'impatto dei processi sull'ambiente, fornendo prodotti di interesse per applicazioni industriali. Le tecniche sostenibili utilizzate nel FoodEngLab sono diverse, tra cui l'estrazione assistita da ultrasuoni¹, da microonde^{2,3,4} e l'estrazione ad alte pressioni e temperature⁵. Gli estratti ottenuti vengono stabilizzati mediante tecniche di nano e microincapsulamento^{6,7}, ottenendo prodotti con caratteristiche differenti a seconda della tecnica impiegata e dell'applicazione di destinazione. Queste ricerche, infatti, hanno suscitato interesse nel settore agro-alimentare portando alla messa a punto di molteplici prodotti innovativi, quali superfood, imballaggi biodegradabili⁸ e biostimolanti per agricoltura simbiotica.

- 1) Ferrari P. F.; Pettinato M.; Casazza A.A.; De Negri Atanasio G.; Palombo D.; Perego P.; **2021**, Journal of Chemical Technology and Biotechnology.
- 2) Pettinato M.; Casazza A. A.; Ferrari P. F.; Palombo D.; Perego P.; *Food and Bioproducts Processing*, **2019**, 114, 31-42.
- 3) Pettinato M.; Casazza A. A.; Perego P.; *Food and Bioproducts Processing*, **2019**, 114, 227-234.
- 4) Casazza A. A.; Pettinato M.; Perego P.; *Separation and Purification Technology*, **2020**, 240, 116640.
- 5) Pettinato M.; Trucillo P.; Campardelli R.; Perego P.; Reverchon E.; *Chemical Engineering and Processing - Process Intensification*, **2020**, 151, 107911.
- 6) Pettinato M.; Aliakbarian B.; Casazza A. A.; Perego P.; *Chemical Engineering Transactions*, **2017**, 57, 1219-122.
- 7) Calliari M.; Campardelli R.; Pettinato M.; Perego P.; *Chemical Engineering and Technology*, **2020**, 43, 10, 2062-2072.
- 8) Drago E.; Campardelli R.; Pettinato M.; Perego P.; *Foods*, **2020**, 9, 1628.

Valutazione e contabilità Ambientale per Servizi Ecosistemici

Barbara Cavalletti^a

^a Università di Genova, Dipartimento di Economia, via Vivaldi, 5, 16125, GENOVA. E-mail: barbara.cavalletti@unige.it

Molte iniziative politiche e studi scientifici promuovono l'uso della contabilità economica come base statistica per gli utilizzatori finali e i responsabili delle politiche al fine di valutare gli effetti dell'attuazione delle politiche ambientali ed economiche sul processo di creazione del valore e sulla distribuzione dei benefici relativi.

Negli ultimi due decenni, l'aumento delle pressioni ambientali, la maggiore consapevolezza pubblica e il nuovo concetto di crescita sostenibile hanno costretto gli organismi internazionali a sviluppare nuovi conti ambientali e indicatori volti a rendere esplicito il rapporto tra ambiente e attività economica (ad esempio, il SEEA CF 2012 (United Nations et al., 2014a); i Sustainable Development Goals (SDGs), adottati dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite nel 2015; la nuova strategia europea per i conti ambientali per il periodo 2019-2023 rilasciata da Eurostat nel 2019).

L'obiettivo principale della contabilità economica ambientale è quello di realizzare un quadro concettuale per descrivere in modo coerente le interconnessioni tra i flussi e gli stock di risorse naturali e il sistema socioeconomico (cioè i beni e servizi prodotti e i settori istituzionali), e il flusso circolare dei corrispondenti costi e benefici monetari.

Oggi sta crescendo l'interesse verso *l'ecosystem accounting*, un campo della contabilità ambientale che utilizza i Servizi ecosistemici (ES) per collegare lo stock di capitale naturale all'attività economica, integrando discipline ecologiche ed economiche (si veda per una rassegna Costanza et al., 2017). Gli ES, definiti come il contributo degli ecosistemi ai benefici utilizzati nelle attività economiche e in altre attività umane (United Nations et al., 2014b), rappresentano un perfetto collegamento tra gli ecosistemi e l'economia (Geneletti et al., 2016; Haines-Young et al., 2016). Da una prospettiva ecologica, misurano il valore dei flussi prodotti dallo stock di capitale naturale, fondamentale per avere un'idea dell'efficacia di un investimento sulla conservazione degli ecosistemi. Da una prospettiva economica, gli ES permettono di ricavare il contributo ambientale alla produzione di valore economico e di benessere.

Nel 2014, l'unità statistica delle Nazioni Unite ha sviluppato e pubblicato una serie di definizioni e linee guida per la contabilità ecosistemica nazionale, allineata al Sistema dei conti nazionali (SNA). Denominate "linee guida del System of Environmental Economic Accounting - Experimental Ecosystem Accounting (SEEA-EEA)" sottolineano la loro natura di work-in-progress. Di conseguenza, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) ha lanciato il progetto EAMPA (Environmental Accounting in Marine Protected Areas), il cui scopo era quello di promuovere lo sviluppo e l'implementazione della contabilità ecosistemica per le Aree Marine Protette (AMP) italiane.

Sulla scia del progetto EAMPA, il contenuto della presente relazione si riferisce allo sviluppo di un framework specifico per la contabilità economica ambientale per le AMP integrato da un set di indicatori che permettono di interpretare i valori ecologici, economici e finanziari a diversi livelli di aggregazione in termini di performance di gestione dell'AMP e di sostenibilità delle modalità di fruizione dei servizi ecosistemici. Sotto il profilo scientifico, ciò risponde all'incoraggiamento del SEEA-EEA a testare e sperimentare ulteriormente la contabilità ecosistemica, mostrando alcune questioni pratiche legate alla costruzione di conti disaggregati per singole unità istituzionali.

- Costanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., Farber, S., Grasso, M., 2017. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosyst. Serv.* 28, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>
- Geneletti, D., La Notte, A., D'Amato, D., Liqueste, C., Paracchini, M.L., Mäkinen, H., Egoh, B., Crossman, N.D., 2016. Ecosystem services classification: A systems ecology perspective of the cascade framework. *Ecol. Indic.* 74, 392–402. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.11.030>
- Haines-Young, R., Potschin, M., Fish, R., Turner, R.K., 2016. Defining and measuring ecosystem services, in: *Routledge Handbook of Ecosystem Services*. Routledge, Taylor & Francis Group, London, New York, pp. 25–47. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- United Nations, European Commission, Food and Agricultural Organization of the United Nations, International Monetary Fund, Organisation for Economic Cooperation and Development, World Bank, 2014a. *System of Environmental-Economic Accounting 2012 - Central Framework*, New York. ed. New York. <https://doi.org/ST/ESA/STAT/Ser.F/109>
- United Nations, European Commission, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Organisation for Economic Co-operation and Development, The World Bank, 2014b. *System of Environmental- Economic Accounting 2012 - Experimental Ecosystem Accounting*. New York. <https://doi.org/ST/ESA/STAT/Ser.F/109>

**Le aziende del recupero come fulcro dinamico per il bilanciamento dell'entropia,
finalizzato a sviluppare realtà bioeconomiche nel territorio.**

**La costruzione del modello di Upcycling in Relife, con la certificazione del processo
da rifiuto a nuovo prodotto.**

ENZO SCALIA

Managing Director RELIFE

RELIFE SPA, Via Corsica 10, 16121 GENOVA: e.scalia@benfante.it

Il racconto, attraverso slide, del processo di crescita di piccole realtà operanti nel settore del recupero di carta, plastica e metalli, che si sono aggregate per creare un leader nazionale di Economia Circolare.

Pirolisi di materiali lignocellulosici

Massimo Bernardini,^a Gustavo Capannelli,^a Camilla Costa,^a Antonio Comite,^a

^a Università degli Studi di Genova, Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, via Dodecaneso, 31, 16146 Genova. E-mail: antonio.comite@unige.it; massimobernardini1996@gmail.com;

Per biomasse lignocellulosiche si intende tipicamente la frazione non erbacea della fitomassa. Le biomasse lignocellulosiche hanno destato un notevole interesse poichè costituiscono un'abbondante risorsa rinnovabile per la produzione di energia. Storicamente il metodo più diffuso per la produzione di energia da biomasse lignocellulosiche è stata la combustione diretta che comporta un immediato rilascio di CO₂ oltre che un accumulo di ceneri. L'applicazione di processi termochimici per la conversione di biomasse lignocellulosiche è recentemente diventata di grande interesse in quanto potrebbe consentire di ottenere combustibili liquidi (bio-olio) e composti organici valorizzabili, oltre che quelli gassosi i quali insieme potrebbero trovare più facile implementazione nella piattaforma energetica e manifatturiera attuale.

I principali componenti della biomassa lignocellulosica sono cellulosa, emicellulosa e lignina ed il loro comportamento in pirolisi dipende oltre che dalla tipologia e caratteristiche del materiale lignocellulosico anche dalla tipologia di reattore e dalle condizioni operative adottate. In linea del tutto generale, la pirolisi dell'emicellulosa avviene alle temperature minori (fino a 300°C) e tende a produrre maggiormente gas e char, mentre la resa di bio-olio è ridotta. A temperature leggermente maggiori, oltre 350 °C, avviene la decomposizione della cellulosa. In questo caso la resa in bio-olio aumenta, divenendo paragonabile a quella del gas, mentre la quantità di bio-char è modesta. Il componente meno termolabile è la lignina, che dà come prodotti principali residuo solido e gas.

Nel presente lavoro verrà illustrata l'attività in corso presso i laboratori di ricerca del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale sulla pirolisi di materiali lignocellulosici. Verranno mostrati alcuni dei risultati preliminari di pirolisi nell'intervallo di temperature tra 300°C e 500°C di cellulosa, lignina e loro miscele e di legno post-consumo, quale esempio di matrice lignocellulosica reale. Il comportamento termico dei diversi campioni è stato valutato preliminarmente mediante analisi termogravimetrica sulla base delle quali sono state individuate alcune temperature di maggior interesse per condurre le prove di pirolisi in un reattore verticale in quarzo. Nel corso delle prove di pirolisi è stata monitorata l'evoluzione dei prodotti gassosi in termini di quantità e composizione. Per le diverse condizioni operative è stata valutata la resa in char, prodotti liquidi e gassosi. Su alcuni dei prodotti liquidi sono state effettuate delle identificazioni di prodotti mediante GC/MS.

Nel caso della cellulosa una maggiore temperatura è stata favorevole alla diminuzione della resa di char e l'aumento di quella di condensato. Lo sviluppo di gas è aumentato significativamente passando da 350 a 400 °C. I gas prodotti sono risultati principalmente CO₂ e CO, seguiti da CH₄ e H₂. Nelle condizioni operative impiegate, la pirolisi della lignina non ha prodotto significative rese di condensato. La co-pirolisi di miscele cellulosa-lignina ha favorito la formazione di prodotti condensabili derivanti dalla lignina che non erano stati ottenuti dalla pirolisi di questo componente tal quale. La pirolisi eseguita sul campione di legno post-consumo ha mostrato rese di char e condensato paragonabili a quelle della miscela cellulosa-lignina 75-25.

L'attività sperimentale è tuttora in corso e sarà in parte supportata dall'Ateneo di Genova con il contributo della Compagnia di San Paolo nell'ambito del Bando per l'incentivazione della progettazione europea 2020.

Rigenerazione, innovazione e inclusione nel settore agroalimentare

Guido Bonello^a

^a *MICAMO, Corso Andrea Podestà,, 12/9, 16128 GENOVA, <https://www.micamo.com/index.php?lang=it>*

L'innovazione verde di diverse filiere agroindustriali nel territorio Alcotra: il progetto FINNOVER

Federica Turrini,^a Guendalina Olivero,^a Simone Di Piazza,^b Massimo Grilli,^a Raffaella Boggia,^a Anna Pittaluga.^a

^a Università degli Studi di Genova, Dipartimento di Farmacia, Viale Cembrano, 4, 16148 GENOVA. E-mail: turrini@difar.unige.it

^b Università degli Studi di Genova, DISTAV Laboratorio di Micologia, Corso Europa, 26, 16132 GENOVA.

FINNOVER, "*Strategie innovative per lo sviluppo di filiere verdi transfrontaliere*" (<http://www.interreg-finnover.com>), è un progetto Interreg Alcotra transfrontaliero Italia / Francia avviato nel 2017 e appena giunto al termine. Gli obiettivi di questo progetto di ricerca sono stati l'innovazione e l'implementazione eco-sostenibile di diverse filiere di trasformazione agroindustriale nell'ottica della *Green Circular Economy* e della valorizzazione della biodiversità del territorio Alcotra. Il territorio Alcotra ha una grande variabilità di ambienti, paesaggi, cultura e tradizioni legati alla presenza di una nutrita biodiversità e alla produzione agricola ivi sviluppata che deve essere salvaguardata e valorizzata. Inoltre, presenta un importante tessuto imprenditoriale che, tuttavia, è costituito per lo più da piccole-medie imprese (PMI) che necessitano di essere supportate per poter sviluppare innovazione.

La gestione dei rifiuti derivanti dalle lavorazioni agricole e alimentari è stato uno dei temi principali del progetto, che ha offerto alle realtà imprenditoriali locali nuove prospettive di recupero degli scarti e/o dei sottoprodotti di lavorazione per l'ottenimento di potenziali principi attivi di origine naturale da utilizzarsi in campo nutraceutico e/o fitofarmacologico.

Le filiere produttive dei gemmoderivati, dei funghi e della lavanda, quale specie floricola tipica del territorio, sono state l'oggetto principale della ricerca del Dipartimento di Farmacia e del Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita dell'Università degli studi di Genova.

I gemmoderivati rappresentano una relativamente nuova categoria di integratori alimentari a base erboristica ottenuti a partire da tessuti freschi embrionali di alberi e piante, come gemme o giovani germogli, mediante macerazione a freddo in solventi (es. etanolo e glicerolo). Questa ricerca ha esplorato il potenziale utilizzo delle tecnologie di estrazione eco-compatibile (Estrazione assistita con ultrasuoni) sia come metodica innovativa di produzione dei gemmoderivati^{1,2}, confrontando gli estratti ottenuti con i tradizionali macerati glicerici, sia per valorizzare i sottoprodotti della loro filiera, rappresentando un'interessante innovazione in questo campo³. Sono state condotte, inoltre, valutazioni farmacologiche atte a verificare l'azione salutistica di alcuni di questi prodotti. In particolare, gli studi farmacologici in vitro ed in vivo si sono concentrati sulla valutazione degli effetti ansiolitici, antidepressivi e promnesici ("antiaging") di alcuni gemmoderivati andando a caratterizzare le influenze di genere ed età negli animali trattati⁴.

La filiera funghi eduli ha indagato sulla coltivazione in serra del *Pleurotus ostreatus* derivante da ceppi autoctoni liguri allevandolo, in un'ottica di economia circolare, su pani ottenuti dagli scarti vegetali della produzione dell'olio essenziale di lavanda. Ciò ha permesso di creare un interessante punto di unione tra due filiere tipiche del territorio Alcotra, prospettando fruttuose sinergie.

La fruibilità dei risultati ottenuti è stata valutata attraverso uno studio di fattibilità affiancando alle innovazioni messe a punto, una valutazione della loro maturità tecnologica, un'analisi SWOT ed elementi utili alla loro valutazione in termini economici.

1) Turrini, F.; Donno, D.; Beccaro, G.L.; Pittaluga, A.M.; Grilli, M.; Zunin, P.; Boggia, R. *Foods*, **2020**, vol. 9, 1343.

2) Turrini, F.; Donno, D.; Beccaro, G.L.; Zunin, P.; Pittaluga, A.M.; Boggia, R. *Foods*, **2019**, vol. 8, 466.

3) Turrini, F.; Donno, D.; Boggia, R.; Beccaro, G.L.; Zunin, P.; Leardi, R.; Pittaluga, A.M. *Food Research International* **2019**, vol. 115, 276-282.

4) Turrini, F.; Vallarino, G.; Cisani, F.; Donno, D.; Beccaro, G.L.; Zunin, P.; Boggia, R.; Pittaluga, A.; Grilli, M. *Nutrients* **2020**, vol. 12, 3328.

Dalla natura un modello per realizzare apparecchi elettrici ed elettronici più sostenibili

Rosario Capponi^a

^a *FUTUREDATA, Salita Antonio Giusti, 7/6, 16124 Genova, <https://www.futuredatage.it/>*

Scienza e diritto del mare

Lorenzo Schiano di Pepe^a

^a *Università degli Studi di Genova, Dipartimento di Giurisprudenza, Via Balbi, 22, 16122 Genova. E-mail: lorenzo.schianodipepe@unige.it*

Scienza e diritto del mare

Nel quadro della Cattedra Jean Monnet su “International and European Law of the Sea” (2017-2020, pror. 2021) di cui il relatore è titolare, l’intervento affronta alcune delle implicazioni dei rapporti tra scienza e diritto del mare in tre diverse prospettive:

1. la disciplina della ricerca scientifica in mare secondo la Convenzione delle Nazioni Unite sul Diritto del Mare del 1982;
2. l’utilizzo della scienza quale sussidio nella formazione e nello sviluppo del diritto internazionale del mare;

interazione tra scienza e diritto nel quadro dell’Advisory Board on Technical Aspects of the Law of the Sea (del quale il relatore è uno dei componenti).

BRITEs e CIRCULAR projects: un esempio di economia circolare a partire dal riccio di mare

Lorenzo Meroni,^{a} Valentina Asnaghi,^a Jacopo Bacenetti,^b Francesco Bonasoro,^b Alessia Cavaliere,^b Valentina Ferrante,^b Lorenzo Ferrari,^b Ilaria Iacopetti,^c Giordana Martinelli,^b Stefania Marzorati,^b Luca Melotti,^c Luigi Orsi,^b Eduardo Parisi,^b Marco Patrino,^c Chiara Porzio,^b Flavia Pucillo,^b Michela Sugni,^b Marcello Turconi,^b Sara Valaguzza,^b Luisella Verotta,^b Federico Zilia,^b Mariachiara Chiantore^a*

^a Department of Earth, Environment and Life Sciences, University of Genoa, Corso Europa, 26, 16132 Genova (Italy)

^b Department of Environmental Science and Policy, University of Milan, Via Celoria 2, 20133, Milan

^c Department of Comparative Medicine and Food Science, University of Padua, Viale dell'Università 16, 35020, Legnaro – Agripolis Padua

* lorenzo.meroni@edu.unige.it

Il riciclo e la valorizzazione dei rifiuti sono le principali sfide per la società e due dei pilastri dell'approccio dell'economia circolare. In questo contesto, i progetti CIRCULAR e BRITEs recentemente avviati, mirano a rivalorizzare e riutilizzare interamente un sottoprodotto alimentare, ovvero i rifiuti di ricci di mare provenienti dall'industria alimentare (ristoranti e aziende ittiche) e trasformarli in prodotti innovativi, indirizzati a specifici campi di applicazione:

- **biomateriale innovativo a base di collagene per favorire la guarigione delle ferite (cerotti o sostituti della pelle);**
- **fonte alternativa di biocarbonati e antiossidanti da aggiungere a mangimi destinati all'acquacoltura e all'allevamento.**

Ogni anno in tutto il mondo vengono vendute circa 75000 tonnellate di ricci di mare selvatici; tuttavia, il loro consumo è limitato alle sole gonadi, rendendo tale filiera alimentare ecologicamente poco sostenibile, in quanto dal 70 al 90% del riccio di mare viene scartato.

I progetti CIRCULAR e BRITE mirano a utilizzare parte dei rifiuti dei ricci di mare per estrarre collagene marino di alto valore e produrre dispositivi medici su misura (sostituto della pelle) per la guarigione e la rigenerazione delle ferite della pelle. Queste membrane a doppio strato saranno valutate per la loro efficienza di rigenerazione (rispetto agli attuali standard) in modelli animali che imitano le condizioni umane. La restante parte dei rifiuti sarà dedicata alla produzione di una farina bioattiva ricca di carbonato (contenente antiossidanti) da utilizzare nella formulazione di mangimi per galline e ricci di mare. Le prime necessitano di elevate quantità di Ca per produrre uova di alta qualità, i secondi per avere un'adeguata crescita somatica e gonadica, sia in termini ponderali sia organolettici (ovvero gonadi caratterizzate da una consistenza, un sapore e un colore adatti al mercato). In natura la principale fonte di Ca nell'alimentazione animale è il calcare, il quale presenta il notevole svantaggio della variabilità del contenuto di Ca; inoltre, come materiale inorganico, non può fornire altre molecole bioattive che possono essere utili per supportare ulteriormente il benessere e la produttività degli animali. Lo sviluppo di un mangime ottimale per i ricci di mare consentirà di chiudere completamente il "cerchio" promuovendo l'acquacoltura dei ricci di mare stessi e riducendo gli impatti sugli stock naturali, i quali attualmente, a causa del prelievo per scopi alimentari, si trovano in uno stato di drammatico impoverimento.

Il team di ricerca interdisciplinare cercherà di creare nuove e affidabili filiere di approvvigionamento che colleghino le PMI che lavorano i ricci di mare agli utenti finali (aziende biofarmaceutiche, aziende di mangimistica, allevatori di pollame e aziende di acquacoltura), consentendo una vera valorizzazione e trasformazione dei sottoprodotti in prodotti diversificati ad alto valore aggiunto.

Colture microalgali nella depurazione di acque reflue

Alessandro Alberto Casazza, Elena Spennati, Attilio Converti

Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale, via Opera Pia 15, 16145 Genova.

Email: alessandro.casazza@unige.it

Le microalghe rappresentano un'opportunità per il settore agricolo soprattutto in termini di bioeconomia, sostenibilità e differenziazione dei mercati di sbocco per le aziende di vari settori. Le microalghe possono essere utilizzate in modo efficiente per ridurre il carico inquinante di gas industriali (mediante la rimozione di anidride carbonica) e di acque reflue e per produrre preziosi elementi richiesti da molti settori produttivi, alcuni particolarmente redditizi, quali acidi grassi polinsaturi, carotenoidi, proteine, biopolimeri, antiossidanti e *chemicals* impiegabili in nutraceutica, in farmaceutica, in cosmesi e nel settore energetico.

Siccome la composizione delle acque reflue varia fortemente in funzione della loro origine, nel presente lavoro è stata studiata la capacità di ridurre il carattere inquinante di diversi reflui mediante l'impiego di *Chlorella vulgaris* e *Arthrospira platensis* o tramite co-culture delle stesse.

Le due microalghe sono state cresciute in acque reflue provenienti dal settore vitivinicolo (acque di filtrazione, e di lavaggio dopo prima e seconda fermentazione), dal settore oleario (acque di vegetazione) e in digestato di liquami urbani e suinicoli.

Crescendo in acque reflue suinicole contenenti 60 mg_N/L, *Chlorella vulgaris* è risultata in grado di rimuovere 20 mg/L al giorno di azoto ammoniacale, riducendo decisamente l'impatto inquinante del refluo responsabile di possibili fenomeni di eutrofizzazione delle acque superficiali [1].

L'impiego della stessa microalga nel trattamento delle acque di vegetazione ha consentito una notevole riduzione del loro contenuto di polifenoli (fino al 95 %), composti notoriamente responsabili dell'elevato potere inquinante di questo refluo.

Per quanto riguarda le crescite in acque reflue del settore vitivinicolo, è stata osservata la capacità della co-cultura *A. platensis* - *C. vulgaris* di proliferare e ridurre il tenore di COD dei reflui fino a valori inferiori ai 500 mg_{O₂}/L [2].

I buoni risultati ottenuti con questi reflui, in termini sia di biomassa prodotta sia di riduzione del loro carattere inquinante, hanno portato allo sviluppo di un impianto di trattamento acque con microalghe, capace di trattare in continuo un refluo ad elevato tenore di COD e producendo al tempo stesso buoni quantitativi di biomassa microalgale.

In generale, al variare delle acque reflue impiegate si è osservata una variazione nei contenuti di carbonio, idrogeno e ossigeno della biomassa, probabilmente a seguito di variazioni nelle proporzioni delle principali macromolecole microalgali (clorofilla, proteine, lipidi e zuccheri) [1] in risposta a condizioni di stress durante la crescita [3].

La concentrazione di lipidi nella biomassa ottenuta in presenza di acque reflue è quasi sempre aumentata rispetto a quella presente nella biomassa microalgale cresciuta in terreno di crescita standard (Bold Basal Medium), con evidenti vantaggi in termini di recupero energetico nel caso d'impiego della biomassa in processi di termovalorizzazione o di produzione di biocombustibili liquidi [4].

Si può concludere che le microalghe risultano un efficace metodo per la depurazione di svariate acque reflue. Inoltre la biomassa cresciuta in queste acque può essere raccolta e impiegata sia a scopi energetici sia per il recupero di molecole utili nel settore chimico-farmaceutico.

- 1) Casazza, A.A.; Ferrari, P.F.; Aliakbarian, B.; Converti, A.; Perego, P., *Algal Research*, **2015**, *12*, 308-315.
- 2) Spennati, E.; Casazza, A.A.; Converti, A., *Energies*, **2020**, *13*, 2490.
- 3) Casazza, A.A.; Converti, A.; Rovatti, M., *Ingegneria dell'Ambiente*, **2017**, *2*, 109-116.
- 4) Converti, A.; Casazza, A.A.; Ortiz, E.; Perego, P.; Del Borghi, M., **2009**, *48*, 1146-1151.