

Sfide ed opportunità della Bioeconomia Circolare

La crescente esigenza di disporre di risorse alimentari sufficienti a soddisfare la crescita demografica, a contrastare la sempre maggiore perdita ed erosione di suolo e biodiversità, di rendere disponibili nuovi modelli sostenibili di sviluppo e consumo, spingono il mondo della ricerca e quello produttivo ad individuare soluzioni alternative. I principi della Bioeconomia Circolare consentono di rispondere efficacemente alle sfide globali che abbiamo davanti anche attraverso modalità innovative di RS&T come le collezioni microbiche e le piante bio-fabbrica

DOI 10.12910/EAI2019-045

di **Roberto Balducchi**, resp. Laboratorio Bioprodotti e bioprocessi, **Eugenio Benvenuto**, resp. Laboratorio Biotecnologie, **Annamaria Bevivino**, resp. Laboratorio Sostenibilità, qualità e sicurezza delle produzioni agroalimentari - ENEA

La Bioeconomia comprende i settori dell'economia che utilizzano risorse biologiche rinnovabili come le risorse vegetali, le produzioni agroalimentari, le foreste, le risorse marine e zootecniche, i microrganismi, le alghe, nonché gli scarti, i sottoprodotti ed i reflui di origine agroindustriale oltre che la frazione organica dei rifiuti, al fine di produrre beni in modo sostenibile sotto i profili economico, ambientale e sociale. Considerate l'ampiezza ed articolazione dei settori produttivi coinvolti, si tratta di un approccio i cui risultati ricadono nei settori che li hanno generati ma, visti gli aspetti di multifunzionalità che caratterizzano i prodotti *bio-based* che ne derivano, è possibile includere come beneficiari

diversi altri settori produttivi quali il tessile e la concia, l'industria della carta, l'industria delle bioplastiche, i settori cosmetico, farmaceutico, energetico (*biofuels*) (BIT - *Bioeconomy in Italy; A Sustainable Bioeconomy for Europe* - 2018).

In tale contesto si comprende come il principio guida della Bioeconomia rientri in quello più ampio della Economia Circolare: la Bioeconomia comprende processi e sistemi mediante i quali le fonti di materia biologica e i materiali biologici di scarto (materie prime seconde) sono processati e convertiti in altri a maggiore valore, ma anche riutilizzati più volte e convertiti in altri ancora e a loro volta riutilizzati da comparti produttivi tematicamente

distanti da quello che li ha originati. Più recentemente, proprio per questi aspetti di parziale *overlapping* concettuale tra Bioeconomia ed Economia Circolare, per le prospettive di sviluppo e per i temi di natura orizzontale che vengono affrontati, si preferisce parlare di Bioeconomia Circolare per sottolineare lo stretto legame e le interconnessioni, molte delle quali ancora da esplorare, che vi sono tra Bioeconomia ed Economia Circolare (*The European Bioeconomy Strategy* -2018). Caratterizzata da un approccio tipicamente trasversale ai settori produttivi, la Bioeconomia Circolare rappresenta quindi un'opportunità unica, e per certi versi obbligata, per affrontare le criticità che emergono dagli attuali

modelli di sviluppo, sia di quelli tipici di società avanzate che di quelli di paesi in via di sviluppo, al fine di realizzare una vera e propria *Circular Bio-Society* entro il 2050.

Modalità innovative di RS&T

L'ENEA, attraverso la multidisciplinarietà delle competenze di cui dispone e alla possibilità di trasferire su scala pre-industriale processi, metodologie e risultati delle attività di R&S, grazie alle infrastrutture tecnologiche disponibili, è in grado di contribuire al perseguimento delle finalità della Bioeconomia Circolare, che trovano piena coerenza con molti dei 17 "Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile" (SDGs 2,3,6,7,8,9 11,12,13,14 e 15 – www.unric.org/sdgs). Si tratta quindi, secondo modalità innovative di RS&T, di individuare soluzioni ai problemi che caratterizzano le maggiori sfide per la società, quali la sicurezza alimentare, la gestione sostenibile delle risorse naturali e del suolo, la dipendenza dalle risorse fossili, i cambiamenti climatici, la gestione dei rifiuti, garantendo al contempo la rigenerazione del patrimonio naturale, l'ambiente e una crescita economica sostenibile (BIT – *Bioeconomy in Italy*).

Da un punto di vista operativo, per esplorare e portare a livello di maturazione su scala industriale (TRL 6-8) innovativi percorsi di sviluppo di prodotti *bio-based*, si ricorre all'utilizzo integrato delle cosiddette tecnologie abilitanti (KETs *Key Enabling Technologies*).

Tra le molteplici attività svolte in ENEA nei Laboratori della Divisione "Biotecnologie ed Agroindustria", vengono illustrati esempi tematici che riassumono alcune delle molte possibili modalità di applicazione dei principi della Bioeconomia Circolare: le enormi potenzialità del patrimonio microbico e le sue possibili applicazioni per i settori *food* e *no-food* e le innovative modalità di produzione

di biofarmaci mediante utilizzo di produzioni vegetali ad hoc. Approcci che contribuiranno, in un molto vicino futuro, a raggiungere alcuni degli obiettivi già citati tra gli SDGs.

Le collezioni microbiche per una bioeconomia di successo

I microorganismi svolgono un ruolo fondamentale nel mantenimento della vita sulla Terra. Batteri, virus e funghi sono presenti in ogni ambiente. Si possono ritrovare nell'aria, nell'acqua, nel suolo, sui fondali oceanici, nei deserti, all'interno delle rocce, nel terreno ghiacciato del permafrost come pure nel nostro corpo. I microorganismi sono al centro del comparto della produzione primaria – agricoltura, foreste, pesca e acquacoltura – e dei settori industriali che utilizzano o trasformano biorisorse, come il settore agroalimentare e parte delle biotecnologie e dell'energia. Nonostante il ruolo primario che i microorganismi rivestono nella vita di tutti i giorni, la conoscenza esistente sull'entità della diversità microbica e della sua distribuzione globale è ad oggi incompleta. In accordo con la Convenzione sulla Biodiversità (CBD), la conservazione dei microorganismi "ex-situ" svolge a tal fine un ruolo essenziale, poiché la complessità degli organismi unicellulari rende difficile effettuare una "conservazione in-situ".

Le collezioni microbiche rappresentano, pertanto, strumenti di eccellenza per la salvaguardia della biodiversità microbica e per lo sviluppo della *bioeconomia* e della *biosostenibilità*. La *bioeconomia italiana* si prefigge di favorire l'accesso alle importanti collezioni nazionali di microorganismi e valorizzare la biodiversità microbica; migliorare la comprensione del ruolo dei microorganismi come attori biologici strategici per la resilienza ma anche la salute e la produttività delle piante e degli animali terrestri e acquatici/

marini nonché degli ecosistemi del suolo e delle acque; utilizzare i microbiomi benefici come determinanti di produttività, qualità, sicurezza, adatti per la produzione agroalimentare sostenibile nel contesto delle grandi sfide climatiche; sfruttare i microorganismi per produrre sostanze di alto valore aggiunto e prodotti *bio-based*, nonché enzimi per applicazioni tecnologiche; infine supportare la creazione di una rete ottimale di laboratori, raccolte di microorganismi, enzimi, supportata da nuove infrastrutture per formare banchi di prova in grado di sviluppare tecnologie di processo e nuovi prodotti.

La costituzione di una collezione ENEA che permetta il mantenimento "ex situ" delle risorse genetiche microbiche risponde pienamente a queste esigenze. Nel corso degli anni i ricercatori ENEA hanno isolato, caratterizzato e preservato microorganismi e pool microbici da diverse matrici ambientali ed ecosistemi naturali con notevoli *potenzialità applicative in campo ambientale, dei beni culturali, della salute, dell'agroalimentare e della bioenergia*. La collezione microbica ENEA comprende ceppi batterici e funghi con attività di promozione della crescita delle piante e di biocontrollo di funghi fitopatogeni; ceppi microbici adattati ad ambienti estremi; ceppi e pool microbici con applicazioni biotecnologiche; ceppi di microalghe utili per la produzione di molecole *bio-based* nei settori nutraceutico, cosmeceutico e farmaceutico o per la produzione di energia e/o prodotti della chimica verde; ceppi microbici con funzione di interesse nel campo del biorisanamento e del biorestauro; ed infine dispone di un virus vegetale con applicazione in campo biomedico. La collezione microbica ENEA rappresenta, pertanto, una preziosa fonte di risorse per lo sviluppo delle biotecnologie e uno strumento per tutelare e valorizzare le risorse di biodiversità microbica acquisite.

Biofarmaci da piante: una “Green Revolution”

Le nuove frontiere della Bioeconomia indicano che tecnologie biologiche come quelle legate ai biofarmaci potranno assumere nel prossimo decennio valori globali di produzione nell'ordine di centinaia di miliardi di euro.

Tra i farmaci di nuova generazione, quelli prodotti tramite la complessa macchina di sintesi delle cellule, i biofarmaci, rappresentano una realtà consolidata sulla quale si fonda la maggior parte dell'industria Biotech del comparto dedicato a medicina e salute. Questa realtà rappresenta la metà delle imprese che investono in R&S con fatturato che rappresenta circa tre quarti dell'intero settore Biotech. I biofarmaci realizzati con l'ausilio delle biotecnologie convenzionali (cellule di mammifero, nella maggior parte dei casi) hanno un costo base piuttosto alto, determinato, di solito, dalle condizioni di sintesi indotta nei vari organismi e dalle condizioni di allevamento e di estrazione della molecola prodotta. Questo comporta che trattamenti efficaci come quelli ottenuti con anticorpi monoclonali diretti verso specifici bersagli molecolari di patologie tumorali, abbiano costi proibitivi e non solo nei paesi meno sviluppati. La domanda crescente di farmaci di questo tipo deve perciò contemplare lo sforzo della riduzione dei costi che diventa così una sfida che le biotecnologie avanzate devono sostenere per consentire l'accessibilità alle cure alla maggior parte della popolazione mondiale. Sfruttare quindi le piante per la produzione a basso costo di queste molecole è attualmente un'alternativa economicamente sostenibile che amplia, in chiave moderna, il concetto storico della pianta come fabbrica naturale di principi farmacologicamente attivi. Contrariamente a quanto si possa immaginare, la capacità delle cellule vegetali di sintetiz-

zare, elaborare e indirizzare proteine complesse normalmente prodotte in cellule animali, le rende un sistema alternativo efficiente per l'espressione di molecole di rilevanza farmacologica. Le “piante-biofabbrica” stanno rispondendo alle esigenze cliniche con diversi prodotti innovativi che aprono ampi orizzonti per un diverso uso delle piante. In effetti, le piante risultano idonee per una produzione a basso costo di queste macromolecole perché, partendo da impianti non complessi come serre, hall tecnologiche, capannoni industriali, utilizzando tecnologie di coltivazione fuori-suolo e con il supporto di luce e semplici nutrienti, è possibile ottenere la sintesi

di biofarmaci. Anticorpi monoclonali terapeutici e diagnostici, vaccini per pandemie, terapeutici per malattie rare, biosimilari o “*bio-better*”: questo il largo spettro della produzione attraverso le piante, con costi di produzione estremamente competitivi rispetto a sistemi tradizionali basati su colture cellulari. Questa tecnologia si pone esattamente nel mezzo tra le biotecnologie verdi (vegetali) e le rosse (sanitarie), traendo vantaggio dai progressi scientifici di entrambe le discipline, promuovendo alcuni dei settori e delle industrie più significativi dell'UE, in un'ottica di ricerca transdisciplinare secondo i principi di una bioeconomia sostenibile e circolare.



La *Nicotiana benthamiana* appartiene alla famiglia delle solanacee ed è la pianta più usata per la produzione di biofarmaceutici. La taglia estremamente ridotta la rende molto adatta alla coltivazione *indoor* su grande scala (*vertical farming*) e alla sintesi indotta di biomolecole eterologhe