

Bioeconomia Circolare per la trasformazione dei sistemi agroalimentari

ENEA è impegnata nello sviluppo di tecnologie innovative per la chiusura dei cicli, di metodologie di gestione aree urbane ed industriali, di strategie di *circular design*, nuovi modelli di business e strumenti di misurazione della circolarità in applicazione ai principi e ai metodi dell'economia circolare, della bioeconomia circolare e della simbiosi industriale. In tale contesto è impegnata in attività di RS&T di bioeconomia circolare e rigenerativa su produzioni agroalimentari nazionali ad alto potenziale di valorizzazione – come agrumi e ortaggi – e in progetti di simbiosi industriale

DOI 10.12910/EAI2020-015

di **Roberto Balducci**, responsabile Laboratorio Bioprodotti e Bioprocessi, ENEA - **Grazia Barberio**, responsabile Sezione Supporto Economia Circolare, ENEA - **Paola Sangiorgio**, Laboratorio Bioprodotti e Bioprocessi, ENEA - **Silvia Scaffoni**, Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali, ENEA

Uso efficiente delle risorse, autorigenerazione, partecipazione, innovazione tecnologica e sociale: queste alcune delle parole chiave dell'Economia Circolare, un modello economico finalizzato alla chiusura dei cicli attraverso la valorizzazione delle risorse materiali (flussi) in successivi cicli produttivi, riducendo gli sprechi. La transizione verso questo modello di economia tiene conto che un sistema lineare di *'take-make-dispose'* si basa sull'accessibilità di grandi quantità di risorse ed energia, ma si rivela poco adatto alla realtà in cui ci troviamo

ad operare. **L'Italia, Paese storicamente povero di materie prime, ha una vocazione per un modello di tipo circolare essendo in grado di cogliere le opportunità da questo create: vantaggi economici legati alla riduzione di utilizzo di materie prime nonché riduzione dei costi di smaltimento, efficienza di produzione, stimolo per la creatività del sistema imprenditoriale, collaborazione.**

In tale contesto, la Bioeconomia Circolare costituisce quella parte della Economia Circolare che comprende processi e sistemi mediante i quali

le fonti di materia biologica (risorse vegetali, produzioni agroalimentari, foreste, risorse marine e zootecniche, microrganismi, alghe, nonché i sottoprodotti e i reflui di origine agroindustriale oltre che la frazione organica dei rifiuti) e i materiali biologici di scarto (materie prime seconde) sono processati e convertiti in altri di maggiore valore, ma anche trasformati in altri ancora a loro volta riutilizzati da comparti produttivi anche settorialmente distanti da quello che li ha generati (*The European Bioeconomy Strategy – 2018*). Considerati inoltre gli aspetti di



multifunzionalità che caratterizzano i prodotti bio-based che ne derivano, è possibile includere come beneficiari finali settori produttivi quali l'agroindustriale, il nutraceutico, il cosmetico, il farmaceutico, il tessile e la concia, l'industria della carta, l'industria delle bioplastiche, l'energetico (*biofuels*) (BIT – *Bieconomy in Italy; A Sustainable Bioeconomy for Europe* – 2018).

Tutto ciò contribuisce a generare la creazione di nuove professionalità che portano benefici in termini di qualificazione di professioni esistenti. D'altro canto, la transizione può generare la creazione di condivisione delle competenze e di nuovi modelli di business correlati alla catena del valore e può maturare lungo tutte le fasi della stessa, dalla progett-

tazione alla produzione, al consumo, fino alla destinazione a fine vita. Applicazione delle KETs (*Keys Enabling Technologies*), delle nuove tecnologie digitali e condivisione di esperienze e buone pratiche divengono quindi elementi fondamentali per la transizione verso un modello economico di bioeconomia circolare così come un chiaro sistema di *governance*, lo sviluppo e adeguamento di strumenti economici e normativi che incentivino il mercato dei sottoprodotti e dei riciclati, oltre che pianificare la gestione territoriale in chiave circolare.

Alcuni casi applicativi di bioeconomia circolare

ENEA contribuisce alla applicazione dei principi e metodi dell'econo-

mia circolare e della bioeconomia circolare sviluppando innovazione tecnologica per la chiusura dei cicli, metodologie di gestione aree urbane ed industriali e per nuovi modelli di business, strategie di *circular design*, strumenti di misurazione della circolarità. Inoltre fornisce supporto allo sviluppo ed all'implementazione di strategie a livello locale, nazionale ed europeo. Si cita, ad esempio, l'istituzione della Piattaforma Italiana degli attori dell'Economia Circolare (ICESP) quale *mirror* nazionale dell'analoga europea ECESP, promossa dalla Commissione Europea e dal Comitato sociale ed economico europeo, in attuazione di una delle 54 azioni del piano di Azione per l'economia circolare (2015).

Tab. 1 Opzione di valorizzazione degli scarti del settore agroalimentare nei progetti ENEA di simbiosi industriale

Progetto	Regione	Scarti	Opzioni di valorizzazione	Riferimento
Eco-Innovazione Sicilia	Sicilia	Scarti della filiera agroindustriale	Mangimi per la zootecnia Compost Energia	Cutaia et al., 2015
Green-Simbiosi industriale	Emilia-Romagna	Bucce e semi di pomodoro	Biopolimeri Sostanze nutraceutiche Energia	Cutaia et al., 2016
ASI Rieti	Lazio	Biomasse legnose	Filiera del pannello truciolare Compost Energia	Barberio et al., 2018
Simbiosi industriale in Umbria	Umbria	Scarti della filiera olivicola Acque di vegetazione	Energia Sostanze nutraceutiche	Cutaia et al., 2018
Food Crossing District	Emilia-Romagna	Bucce e semi dalla lavorazione del pomodoro Crusca e cruschetto provenienti dalla lavorazione del grano	Olio da indirizzare direttamente al mercato Crusca disoleata e torrefatta Olio di germe di grano per il mercato alimentare o il settore dei biocarburanti	Scalbi et al., 2017

ICESP (www.icesp.it) si configura come punto di convergenza nazionale su iniziative, esperienze, criticità, prospettive e aspettative sull'economia circolare promuovendo il modo italiano di fare economia circolare.

A livello operativo, il Laboratorio Bioprodotti e Bioprocessi (PRO-BIO) è impegnato in diverse attività di RS&T di bioeconomia circolare riferite ad alcune produzioni agroalimentari nazionali ad alto potenziale di valorizzazione.

Un primo esempio riguarda gli spinaci, pianta che viene prodotta prevalentemente in Cina (28 milioni di tonnellate nel 2017, il 90% del totale mondiale) mentre in Italia si aggira sulle 100 mila tonnellate. Gli spinaci sono destinati al mercato del fresco o all'industria di trasformazione

per ottenere prodotti di III gamma (surgelati) e IV gamma (prodotto fresco, lavato, confezionato e pronto al consumo). Gli sprechi in tutta la filiera sono enormi. Si stima che il 20% della produzione venga scartata al momento del raccolto, cui si aggiungono le perdite (fino ad un 7%) nelle fasi di lavorazione e *packaging*, più un ulteriore 10% nella distribuzione e dettaglio (10%), a cui vanno sommate quelle al consumo (fino al 40% del venduto). Il quadro è reso ancor più negativo se si considerano le perdite dovute alle situazioni climatiche ed ambientali che in questi ultimi anni hanno reso la produzione dello spinacio in Italia una vera e propria sfida. **Una gran parte di questi sprechi è oggetto di studio e ricerca finalizzati alla piena va-**

lorizzazione della coltura, soprattutto attraverso l'estrazione dagli scarti di preziose biomolecole. Gli spinaci, infatti, oltre a contenere alti livelli di polifenoli, sono ricchi in clorofilla e carotenoidi (luteina e zeaxantina), che possono essere utilizzati nel settore farmaceutico e nutraceutico come antinfiammatori e antiossidanti, o come coloranti naturali nell'industria alimentare e tessile, in sostituzione di prodotti derivati dal petrolchimico.

Un secondo esempio riguarda la melanzana, un'ortiva largamente prodotta in tutto il mondo (circa 52 milioni di tonnellate). L'Italia è il terzo Paese europeo con una produzione di 300.000 tonnellate (dati 2017). Gli scarti derivanti dall'industria di trasformazione consistono in principal-

mente dai calici verdi e dalle bucce, stimabili in un 10% del prodotto in ingresso; a questi si aggiungono le melanzane non ritenute idonee alla trasformazione. **Tali sottoprodotti, ad oggi considerati di nessun valore economico, non solo possono costituire la materia prima per la produzione di biomateriali per la costruzione e l'isolamento, ma sono anche ricchi di polisaccaridi come la pectina, di flavonoidi, in particolare nasunina, una antocianina ad alto potere antiossidante, e di solanesolo, una importante biomolecola con applicazioni nell'industria farmaceutica.**

Il caso degli agrumi

Vi è poi il caso degli agrumi, uno dei frutti più commercializzati al mondo con una produzione mondiale di circa 124 milioni di tonnellate. L'Italia è il quarto Paese del Mediterraneo con 3 milioni di tonnellate prodotte: di queste, circa il 20% è destinato alla industria di trasformazione alimentare (succhi, marmellate ecc.). I residui della lavorazione (pastazzo, melassa e acque di lavorazione) rappresentano circa il 50-60% dei frutti trasformati: le grandi quantità e le caratteristiche peculiari di questi residui comportano la necessità di una loro corretta gestione e/o smaltimento, che implica costi aggiuntivi per i produttori e i trasformatori. Tali scarti sono invece da considerare una preziosa biorisorsa. Oltre ad ottenerne prodotti utili nei settori agro-zootecnico (mangimi, fertilizzanti, biostimolanti), ambientale e industriale (biosorbenti, carboni attivi, biomateriali, tessuti, carta) ed energetico (biocarburanti), assumono un ruolo di particolare rilievo i

composti ad alto valore aggiunto che trovano applicazione nell'industria farmaceutica, nutraceutica, cosmetica e chimica (polifenoli, carotenoidi, oli essenziali, acido citrico, fibre alimentari e pectina, Single Cell Protein ecc.). In questo ambito è stato sviluppato un metodo che consente di purificare e concentrare le vescicole extracellulari presenti nei residui liquidi di chiarificazione del succo di limone (brevetto ENEA-Navhetec in attesa di registrazione - Rif. P. Sangiorgio et al., 2019) per ottenere un prodotto/formulato a forte azione antiinfiammatoria e antineoplastica coadiuvante nelle terapie delle malattie degenerative.

Questi esempi di completa valorizzazione di significative produzioni agroalimentari evidenziano che l'obiettivo comune di un tale approccio è, in generale, il contenimento degli input in fase produttiva (acqua, energia, fertilizzanti ecc.), l'impiego di *Mild Technologies* per preservare la qualità e sicurezza delle produzioni, riduzione degli sprechi alla fonte (produzione ed a valle (consumo), recupero e riutilizzo nei cicli produttivi di scarti, sottoprodotti e reflui. Tra i risultati attesi vi sono l'incremento del reddito e delle quote di mercato, con beneficio dell'intera filiera produttiva, il sostegno allo sviluppo di distretti e territori, oltre che l'applicazione di adeguate strategie di contenimento degli effetti dei cambiamenti climatici e degli spesso volatili equilibri geopolitici.

La simbiosi industriale applicata al settore agroalimentare

Il concetto di Bioeconomia Circolare è strettamente connesso al concetto

di Simbiosi Industriale applicata alla piena valorizzazione delle risorse biologiche. La simbiosi industriale rappresenta una strategia di ottimizzazione dell'uso delle risorse che coinvolge le industrie di un territorio attraverso il trasferimento di risorse (materia, energia, acqua, spazi, logistica, competenze ecc.): scarti e altre risorse inutilizzate generate dai processi industriali vengono recuperati per essere utilizzati da un'altra azienda, in genere operante in un settore produttivo diverso. In questo modo viene prodotto un reciproco beneficio o simbiosi, che si traduce in vantaggi di tipo economico, ambientale e sociale, opportunità per le imprese, per le aree e i distretti industriali, per lo sviluppo locale e per la valorizzazione delle risorse in maniera aggregativa (economie di scala).

Per favorire l'implementazione della simbiosi industriale in Italia, il Laboratorio Valorizzazione delle Risorse nei Sistemi Produttivi e Territoriali (RISE) di ENEA ha sviluppato una metodologia che si basa su tre pilastri fondamentali: il linguaggio della simbiosi industriale, la comunicazione con le aziende, la conoscenza e l'esperienza.

Inoltre ENEA ha svolto e svolge numerosi progetti di simbiosi industriali a livello territoriale, che hanno consentito di individuare percorsi di simbiosi industriale, anche finalizzati alla valorizzazione degli scarti del settore agroalimentare (Tabella 1).