

VALORIZZARE I PRODOTTI SECONDARI DELLA FILIERA OLIVO-OLIO



A cura di:
Elena Santilli, Enzo Perri



Progetto finanziato dal FEASR M 1 - Intervento 1.2.1 del PSR Calabria 2014/2020 (Reg. Ue 1305/2013)

© 2022 Crea
Stampato a febbraio 2022

Valorizzare i prodotti secondari della filiera olivo-olio
ISBN 9788833852034



Tutti i diritti riservati / All rights reserved
Stampato in Italia / Printed in Italy

VALORIZZARE I PRODOTTI SECONDARI DELLA FILIERA OLIVO-OLIO

Linee guida dedicate al mondo olivicolo	pag. 4
Il progetto Triecol.....	pag. 6
CAPITOLO 1 - STATO DELL'ARTE DELLA GESTIONE DEI SOTTOPRODOTTI DELLA FILIERA AGROALIMENTARE	
L'olivo tra Green Deal e bioeconomia	pag. 12
CAPITOLO 2 - VALORIZZAZIONE DEI PRODOTTI SECONDARI DELLA FILIERA OLIVICOLO-OLEARIA	
Valorizzazione dei reflui oleari	pag. 24
Scarti di lavorazione: risorsa preziosa per uomo e animali	pag. 30
L'estrazione di sostanze nutraceutiche.....	pag. 36
Imballaggi sostenibili dagli scarti olivicoli	pag. 42
CAPITOLO 3 - UTILIZZAZIONE AGRONOMICA DEI REFLUI OLEARI	
Valorizzare le sanse in ottica agroambientale	pag. 50
Reflui oleari: validi ammendanti e nuove destinazioni d'uso.....	pag. 58
CAPITOLO 4 - UTILIZZAZIONE ENERGETICA DEI REFLUI OLEARI	
Pretrattando la sansa si ottimizza la filiera del biogas	pag. 68
Potenzialità dei biocombustibili «mediterranei»	pag. 78
Fattoria Garrafa: dai sottoprodotti all'energia.....	pag. 84
CAPITOLO 5 - UTILIZZAZIONE DEI REFLUI OLEARI NELL'ALIMENTAZIONE ZOOTECNICA	
Formulazioni mangimistiche innovative	pag. 90
Utilizzo dei sottoprodotti per fini zootecnici.....	pag. 98



RUOLO DEL CREA-OFA NEL TRASFERIMENTO DELLE INNOVAZIONI PER LA FILIERA OLIVICOLA-OLEARIA

Enzo Perri

Sono sinceramente molto soddisfatto ed orgoglioso dei risultati raggiunti dal progetto Triecol, che ha raggiunto il suo obiettivo: il «trasferimento delle innovazioni in agricoltura e sviluppo ecosostenibile per un'olivicultura di qualità», onorando l'impegno assunto con la Regione Calabria.

Il progetto, finanziato dal Psr Calabria 2014/2020,

attraverso la Misura 1 - Intervento 1.2.1, e coordinato dal Crea - Centro di Ricerca Olivicultura, Frutticoltura ed Agrumicoltura, sede di Rende (CS), è nato dall'esigenza di creare un collegamento diretto e stabile tra il mondo scientifico e quello dell'olivicultura, non solo calabrese, ma di tutte le regioni dell'Italia meridionale, riuscendo a delineare lo stato dell'arte della ricerca e dell'innovazione in olivicultura e le prospettive della ricerca futura per la filiera olivicolo-olea-

ria. Ciò è testimoniato dai quaderni tematici del progetto che evidenziano l'impegno tangibile delle ricerche del CREA degli ultimi decenni e tracciano precise linee guida, per i produttori, per i frantoiani, per gli imprenditori, ma anche per i consumatori, e che forniscono informazioni fondamentali per comprendere l'olivicoltura di oggi e l'olio extravergine, la sua importanza per la nostra alimentazione, per il nostro benessere, per la nostra economia e per il nostro ambiente. Ritengo che, grazie al progetto Triecol, il CREA abbia dato prova delle proprie conoscenze, competenze, e delle proprie capacità divulgative e di trasferimento delle innovazioni. Attraverso questo progetto, e, in particolare attraverso le discussioni, i confronti, gli esempi di sperimentazione e, soprattutto, le proposte concrete, in stretta sinergia con la Regione Calabria, ritengo che il CREA sia riuscito a sottolineare l'importanza fondamentale del contributo della ricerca per la filiera olivicolo-olearia alla sostenibilità ambientale, all'economia circolare e al consumo consapevole dell'olio extravergine da parte del consumatore. Intendo ringraziare, in maniera particolare, la Regione Calabria, non solo per il sostegno economico, ma ancor di più per la sensibilità e la grande disponibilità dimostrata. A partire dall'Assessore all'Agricoltura ed alle Risorse agroalimentari On. Gianluca Gallo, che è intervenuto puntualmente ed autorevolmente ai webinar in programma; al Direttore generale del Dipartimento Agricoltura Dott. Giacomo Giovanazzo, che ha sempre accolto le nostre richieste e i nostri inviti, fornendo un importante contributo tecnico. Un doveroso ringraziamento è dovuto alla collega ricercatrice Dott.ssa Elena Santilli, coordinatrice scientifica del progetto Triecol, che con competenza e tenacia ha portato avanti questo progetto, nonostante l'emergenza pandemica. Ringrazio, infine, *L'Informatore Agrario*, e, in particolare, Vitina Marcantonio, che ha curato la comunicazione del progetto, insieme a tutto il gruppo di lavoro di ricercatori e tecnici della sede di Rende del CREA-OFA, che ha lavorato alacremente per il corretto e preciso svolgimento delle varie fasi del progetto. Grazie al successo di Triecol, il CREA ha riba-

dito il suo ruolo fondamentale quale principale ente di ricerca in campo agricolo ed agroalimentare, sottolineando le proprie competenze scientifiche, tecnologiche e di sperimentazione nel settore agricolo, forestale, della nutrizione e socioeconomico. Ma, soprattutto, ha evidenziato importanti capacità di trasferimento delle conoscenze e delle innovazioni, di informazione e formazione, anche relativamente alla tracciabilità delle produzioni e alla tutela del consumatore. Il Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura ed Agrumicoltura, che ho l'onore e l'onere di dirigere, è uno dei dodici centri di ricerca attraverso i quali il CREA si articola ed opera. Esso si occupa prevalentemente di olivicoltura, tecnologie estrattive e valorizzazione dei prodotti secondari dell'industria olearia. Ha realizzato e cura uno dei campi collezione di germoplasma olivicolo più grandi del mondo a Mirto Crosia (CS). Il CREA comprende, oltre la sede di Rende, quelle di Acireale, Caserta, Roma, Spoleto e Forlì, e si occupa, in generale, di colture arboree, svolgendo attività di ricerca per il miglioramento delle filiere olivicola, frutticola ed agrumicola, sviluppando tecnologie innovative di processi e di prodotti e divulgandole per la crescita dei territori, promuovendo la sostenibilità e la salubrità e sicurezza delle produzioni, la produttività e la competitività delle aziende agricole, agroalimentari e forestali, garantendo al contempo la tutela e la conservazione delle risorse naturali e della biodiversità degli ecosistemi agrari e forestali. Grazie a Triecol, il CREA è riuscito a dimostrare la valenza della collaborazione con le Regioni, le Università, gli altri enti di ricerca e le associazioni dei produttori e dei consumatori, puntando i riflettori sull'importanza dell'integrazione delle conoscenze provenienti da differenti ambiti della ricerca, al fine di assicurare tempestività nel trasferimento dei risultati e per favorire l'innovazione tecnologica nei settori produttivi.

Enzo Perri

Direttore del CREA

Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura
e Agrumicoltura



IL PROGETTO TRIECOL

Creare un dialogo tra il mondo della ricerca scientifica e l'imprenditore agricolo moderno: questa la mission del progetto Triecol

Elena Santilli

Il progetto Trasferimento delle innovazioni in agricoltura e sviluppo ecosostenibile per un'olivicoltura di qualità (Triecol) – ha previsto la realizzazione di una serie di eventi rappresentati da convegni, forum, seminari e attività dimostrative sulle principali tematiche di maggiore interesse per le aziende agricole del territorio realizzati in parte presso la sede del CREA-OFA di Rende (CS), e in parte itineranti in aziende distribuite sul territorio calabrese in particolare localizzate nelle aree marginali (montane e aree D). Il progetto ha previsto anche delle attività editoriali finalizzate alla pubblicazione di opuscoli informativi sull'olivicoltura e sui sottoprodotti della filiera, alla realizzazione di una rivista trimestrale online per

diffondere gli argomenti trattati nei seminari e nei convegni oggetto di finanziamento e di una guida specifica sulla produzione biologica.

OBIETTIVI DEL PROGETTO

Questa serie di iniziative si sono poste l'obiettivo di informare gli operatori del settore agricolo, agroalimentare e i tecnici del settore, tramite convegni, seminari e attività dimostrative, mirati a divulgare le tematiche più importanti e che maggiormente affliggono il comparto creando un fondamentale dialogo tra il mondo della ricerca scientifica e l'imprenditore agricolo moderno sempre più indirizzato verso l'innovazione tecnologica e la necessità di superare gli effetti causati dal cambiamento climatico.

Quindi, attraverso uno scambio continuo di informazioni tra aziende agricole e settore scientifico sarà possibile sempre più superare le difficoltà causate anche dai cambiamenti climatici.

FOCUS AREA 2A

Il tema cambiamenti climatici e adattamento a essi, oltre a essere trasversale a tutte le Priorità del PSR, è di fondamentale importanza per gli imprenditori del settore che sono impossibilitati a superare da soli tali difficoltà.

Nei diversi incontri sono state approfondite tematiche legate alla Focus Area 2A, con **particolare riguardo all'agricoltura biologica al fine di incrementare la competitività delle aziende agricole del territorio.**

Una filiera frammentata. L'olivicoltura calabrese è prevalentemente biologica, ma si riscontra un'estrema frammentazione della filiera olivico-olearia che rende difficile la valorizzazione della qualità del prodotto biologico anche sotto l'aspetto della commercializzazione. La debolezza della struttura commerciale e di vendita dei prodotti agricoli oggi è rappresentata soprattutto da una scarsa informatizzazione delle aziende per poter raggiungere i diversi canali commerciali.

L'agricoltura regionale e soprattutto l'olivicoltura vivono una fase di profonda crisi, determinata, oltre che da una frammentazione aziendale (superficie media di circa 4 ettari), da una bassa apertura ai mercati regionali e nazionali e da una quasi inesistente apertura a quelli esteri, anche dal sopraggiungere negli ultimi anni di una serie di eventi calamitosi (dissesto idrogeologico, incendi, siccità, venti caldi, alte temperature, ecc.) che impediscono all'operatore del settore di poter programmare e garantire produzioni costanti nel tempo dovendo fronteggiare continue emergenze ambientali. Il fenomeno dei cambiamenti climatici a livello globale sta creando profondi impatti sulla vita socio-economica delle comunità agricole, sulla qualità delle produzioni e sulla vita stessa degli agricoltori nei territori marginali calabresi.

Il territorio calabrese. La Calabria è una regione che per condizioni pedoclimatiche è in grado di sostenere la presenza di un'agricoltura maggiormente diversificata e multifunzionale quale presidio del territorio e delle aree agricole. La superficie svantaggiata ricade per il 46,84% in area di montagna e per il 46,48% in area svantaggiata per altri vincoli naturali. Ciò determina anche una maggiore difficoltà di accesso ai suoli agricoli e la necessità di potenziare e migliorare le infrastrutture a servizio delle aziende agricole (viabilità ed elettrificazione).

Una caratteristica del suolo regionale è di essere soggetto a un **elevato rischio erosione** a causa della forte aggressività climatica (erosività delle piogge a causa di fenomeni di lisciviazione delle acque meteoriche), dell'elevata erodibilità del suolo e dell'elevata pendenza dei versanti.

Le aree interessate da fenomeni erosivi sono i comprensori agricoli di collina destinati in prevalenza alla coltivazione dell'olio. Il presidio delle aree montane e marginali consente di mitigare i rischi correlati ai cambiamenti climatici, quale soprattutto il dissesto idrogeologico e il rischio incendi. Oggi, infatti, l'Europa è sempre più attenta con la politica agricola comunitaria ai «prodotti di montagna», anche attraverso il riconoscimento e l'adozione di regimi di qualità distintivi per tali prodotti. Indicando così una forte tendenza a valorizzare i prodotti di alta qualità e di nicchia.

Informare gli operatori. Questa serie di iniziative proposte hanno avuto l'obiettivo di informare gli operatori del settore agricolo, agroalimentare e i tecnici del settore, tramite **convegni, seminari e attività dimostrative**, mirati a divulgare le tematiche più importanti e che maggiormente affliggono il comparto creando un fondamentale dialogo tra il mondo della ricerca scientifica e l'imprenditore agricolo moderno sempre più indirizzato verso l'innovazione tecnologica e la necessità di superare gli effetti devastanti del cambiamento climatico. Ciò è necessario in ragione di una situazione attuale in cui l'informazione risulta essere frammentaria e spesso scollegata ai reali fabbisogni delle imprese.

La superficie che le aziende regionali destinano a metodi di produzione biologica è pari al 17,7% della SAU (superficie agricola utilizzata) regionale, rappresentando un vero primato nel contesto nazionale (6,1%).

La coltura con maggiori superfici biologiche è quella dell'olivo, fortemente rappresentativa (sia in termini di volumi di produzioni sia di produzione lorda vendibile) del sistema agroalimentare regionale. Nonostante la crisi economica, l'agricoltura biologica si mantiene in forte espansione a livello internazionale sia sul fronte della domanda che dell'offerta. Particolarmente significativa è la ricaduta di tale specializzazione sulla competitività e sul valore aggiunto dei prodotti, i quali possono certificare qualità, presso i consumatori e possono essere più competitivi e maggiormente remunerati.

Altrettanto importante è la ricaduta positiva di tale specializzazione in termini di impatto sull'ambiente, sul contributo al presidio della biodiversità e in termini di mitigazione dei cambiamenti climatici (emissioni) e di adattamento e maggiore resilienza rispetto agli effetti del cambiamento climatico.

FOCUS AREA 2B

Altra tematica di interesse nel presente progetto è la Focus Area 2B con particolare riferimento agli aspetti connessi e di affiancamento al ricambio generazionale in agricoltura, punto focale per un rilancio della moderna agricoltura sempre più proiettata verso l'innovazione e lo sviluppo sostenibile.

FOCUS AREA 3B

Nella Focus Area 3B sono state largamente trattate le tematiche sui cambiamenti climatici e i rischi connessi in agricoltura specialmente relativamente alle possibili e attuali emergenze della regione (*Xylella*, tripide dell'olivo, dissesto idrogeologico, carenza idrica, biodiversità, ecc.). A risentire maggiormente degli effetti dei cambiamenti climatici, soprattutto per quanto riguarda l'aumento delle tem-

perature e la riduzione delle precipitazioni, saranno proprio le aree del Bacino del Mediterraneo. Questa tematica è stata affrontata nell'ambito del forum da esperti climatologi, che, sulla base di modelli previsionali, hanno fornito indicazioni riguardo l'incremento delle temperature e la riduzione delle precipitazioni, fenomeni che stanno già interessando in maniera preoccupante diversi areali del bacino del Mediterraneo.

A risentire degli effetti dei cambiamenti climatici è, ovviamente, l'intero comparto agricolo, in termini di riduzione della produttività delle colture e della qualità dei prodotti, oltre alla necessità, da parte degli agricoltori, di incrementare i trattamenti fitosanitari. Esperti del settore hanno fornito una visione generale sulle conseguenze che i cambiamenti climatici stanno determinando sulla produzione agricola del bacino del Mediterraneo.

Il cambiamento climatico in Italia, come rilevato nei documenti tecnico-scientifici della «Strategia nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici», e gli impatti attesi più rilevanti nei prossimi decenni potranno essere provocati da un innalzamento eccezionale delle temperature (soprattutto in estate), da un aumento della frequenza degli eventi meteorologici estremi (ondate di calore, siccità, episodi di precipitazioni piovose intense, desertificazione del terreno, potenziale riduzione della produttività), da una riduzione delle precipitazioni annuali medie e dei flussi fluviali annui.

Un'agricoltura più sostenibile e «riproducibile». Rispetto alle indicazioni sopra dette, si manifesta la necessità di proseguire nell'azione di stimolo e sostegno a favore degli operatori agricoli del territorio, che conduca il sistema verso un'agricoltura sempre più sostenibile e «riproducibile» e in grado di **produrre risorse alimentari sufficienti, servizi ambientali di custodia, di presidio e ripristino della biodiversità agricola, di custodia dell'ambiente rurale e di rafforzamento della capacità di adattamento agli effetti dei cambiamenti climatici.** È fondamentale adottare strategie finalizzate a conservare sistemi agricoli tradizio-

nali di grande valenza ambientale e attualmente interessati dal concreto rischio di abbandono, e contribuire a salvaguardare e ripristinare gli habitat e il patrimonio olivicolo monumentale a presidio del paesaggio rurale. I rischi del territorio regionale al cambiamento climatico sono prevalentemente legati alla produttività dei suoli e al mantenimento qualitativo degli stessi. Esso pone in evidenza come la stabilità della qualità del suolo agricolo si trovi a essere condizionata dalla forte aggressività climatica che caratterizza la regione, con eventi piovosi molto intensi, concentrati in pochi giorni piovosi durante l'anno, e periodo molto lunghi di siccità.

FOCUS AREA 4B

Il rischio correlato ai cambiamenti climatici e connesso all'instabilità dei mercati e dei prezzi è un elemento che sta assumendo sempre maggiore importanza nell'ambito dell'efficiente gestione economica dell'azienda agricola. Inoltre, l'evento incentrato sulla Focus Area 4B (attività dimostrativa) è legato alla **migliore gestione delle risorse idriche, compresa la gestione dei fertilizzanti e dei pesticidi**, ivi inclusi gli impegni agro-climatico-ambientali (ACA) attivati dal PSR Calabria. L'ammodernamento del comparto agricolo deve passare, infatti, attraverso l'uso sostenibile della risorsa idrica, che deve interessare sia gli aspetti quantitativi (i consumi, l'agricoltura di precisione) sia gli aspetti qualitativi (pressioni sulla qualità delle acque). Dal punto di vista quantitativo, il recupero di efficienza nella gestione dell'acqua, oltre che contribuire all'impatto globale su una risorsa scarsa, serve a migliorare la produttività (minori costi) e a mitigare gli effetti dei fenomeni di temporanea siccità che si registrano sul territorio. Inoltre contribuisce a ridurre le pressioni su un fattore (la risorsa idrica) che risulta vulnerabile agli impatti attesi dai cambiamenti climatici. Dal punto di vista qualitativo, pur in presenza di importanti risultati ottenuti in termini di riduzione delle pressioni esercitate sulla qualità delle risorse idriche da parte del settore agricolo, attraverso un processo di riduzione

delle fonti inquinanti (utilizzo fertilizzanti), l'attenzione delle pressioni sullo stato qualitativo delle acque deve essere sostanziale. La specializzazione produttiva regionale, oltre che rappresentare un vantaggio in termini di qualità/varietà delle produzioni che possono essere portate sui mercati, determina un ulteriore vantaggio di natura climatico-ambientale, correlato a due specifici aspetti: da un lato, al fatto che le colture arboree risultano essere, per loro natura, tra quelle a minore intensità di utilizzo di risorse idriche; dall'altro, al fatto che la pratica di coltivazioni che rispettino l'attitudine dei suoli è in grado di favorire il mantenimento della qualità, della fertilità e della produttività dei suoli stessi e dei contenuti di carbonio organico, con vantaggi per l'assorbimento di CO₂ e minori pressioni dei processi agricoli sulla risorsa idrica, sia dal punto di vista qualitativo (uso di fertilizzanti/pesticidi) sia quantitativo (minore apporto idrico).

FOCUS AREA 5C

Infine, gli interventi hanno riguardato la Focus area 5C legata all'**utilizzo dei sottoprodotti delle aziende agricole e zootecniche** al fine di utilizzare fonti di energia rinnovabili per sostenere la produzione di energia sia per l'autoconsumo che destinata alla vendita, utilizzando le più moderne tecnologie disponibili e facendo leva prioritariamente sulle biomasse (scarti) agro-forestali disponibili nel territorio regionale.

Le iniziative dimostrative proposte sono state delle prove pratiche per verificare in campo i risultati applicativi della ricerca, promuovere la fattibilità e la validità tecnica ed economica delle innovazioni proposte presso aziende agricole del territorio e/o presso il CREA-OFA sede di Rende.

Elena Santilli

CREA, Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura
e Agrumicoltura, sede di Rende

CAPITOLO 1

STATO DELL'ARTE DELLA GESTIONE DEI SOTTOPRODOTTI DELLA FILIERA AGROALIMENTARE



L'OLIVO TRA GREEN DEAL E BIOECONOMIA

La coltivazione dell'olivo e l'attività dell'industria olearia producono un elevato quantitativo di sottoprodotti con molteplici potenziali utilizzi

Tatiana Castellotti

Il Green Deal europeo mira a far diventare l'Europa il primo continente a impatto climatico zero attraverso un ambizioso pacchetto di misure allo scopo di consentire ai cittadini e alle imprese europee di beneficiare di una transizione verde sostenibile, giusta, socialmente equa e che non lasci indietro nessuno (Commissione europea, 2019).

Per realizzare l'ambizioso progetto, il Green Deal presenta una tabella di marcia delle azioni chiave e delle relative politiche e misure necessarie. Tra queste, la strategia «Dal produttore al consumatore» (Farm to Fork) intende

rendere il sistema alimentare dell'UE sostenibile. La strategia prevede tre grandi sfide:

- costruire una filiera alimentare sostenibile;
- favorire la transizione verso sistemi alimentari sostenibili, sani e inclusivi creando ulteriori opportunità economiche per gli operatori;
- promuovere la transizione globale innalzando gli standard a livello mondiale.

Una filiera alimentare sostenibile

Questo obiettivo orizzontale mira a introdurre il concetto di sostenibilità in tutte le poli-



tiche che riguardano l'alimentazione attraverso la realizzazione di 4 obiettivi specifici (*illustrati nello schema qui a lato*), che mirano a rendere sostenibile tutta la filiera alimentare, dalla produzione agricola, alla trasformazione, al commercio, fino al settore alberghiero e ai servizi di ristorazione, senza dimenticare la riduzione delle perdite e degli sprechi alimentari.

In particolare, per l'obiettivo specifico 1 «**Garantire la sostenibilità della produzione alimentare**» si chiede ai produttori agricoli di migliorare l'impatto su ambiente e clima e ridurre e ottimizzare l'uso dei fattori di produzione con impatto negativo sull'ambiente.

A questo proposito la Commissione intende adottare iniziative per ridurre, entro il 2030, l'uso e il rischio complessivi dei pesticidi chi-



Fonte: Commissione europea

mici del 50% e l'uso dei pesticidi più pericolosi del 50%.

La Commissione interverrà anche per ridurre la perdita dei nutrienti di almeno il 50% garantendo che non si verifichi un deterioramento della fertilità del suolo. A tale scopo si propone di ridurre l'uso dei fertilizzanti di almeno il 20%

entro il 2030. Secondo quanto riportato dall'Annuario dell'Agricoltura Italiana 2019, (CREA, 2020),

riguardo alla salute delle piante si agirà sul fronte della vigilanza sull'importazione delle piante, la sorveglianza sul territorio comunitario, l'attenzione al potenziale delle nuove tecniche genomiche e sulla sicurezza e la diversità delle sementi. Infine, la Commissione assegna un ruolo importante all'agricoltura biologica, fissando al 25% la superficie agricola investita ad agricoltura biologica nel 2030.

A tal fine, prevede misure della PAC (regimi ecologici, investimenti, consulenza) e un piano d'azione per promuovere la domanda e l'offerta di prodotti biologici.

Anche i settori a valle di quello primario sono chiamati a svolgere la loro parte nel rafforzare la sostenibilità dei sistemi alimentari, sia riducendo la propria impronta ambientale e migliorando l'efficienza energetica e sia aumentando la disponibilità e l'accessibilità economica di opzioni alimentari sane e sostenibili.

A questi risultati è rivolto l'obiettivo specifico 2: **«Stimolare pratiche sostenibili nei settori della trasformazione alimentare, del commercio all'ingrosso e al dettaglio, alberghiero e dei servizi di ristorazione».**

A tal fine sono previste iniziative che riguarderanno la riformulazione degli alimenti trasformati per limitare la presenza di determinate sostanze nutritive e agevolare il passaggio a regimi alimentari più sani; la creazione di profili nutrizionali per limitare la promozione di alimenti ricchi di grassi, zucchero e sale; il riesame della normativa sugli imballaggi alimentari per migliorare la sicurezza degli alimenti e sostenere l'impiego di imballaggi ecologici, riutilizzabili e riciclabili.



Paesaggio aspromontano a Ciminà



li (IV trimestre 2022); la revisione delle norme di commercializzazione per promuovere la fornitura e diffusione di prodotti sostenibili (2021-2022) assieme al consolidamento del quadro legislativo relativo alle indicazioni geografiche per includere, ove necessario, specifici criteri di sostenibilità. Infine, allo scopo di creare filiere più corte e aumentare la resilienza dei sistemi alimentari locali sosterrà la riduzione della dipendenza dai trasporti a lunga distanza.

L'Obiettivo Specifico 3: «**Promuovere un consumo alimentare sostenibile e agevolare il passaggio a regimi alimentari sani e sostenibili**» mira a fornire ai consumatori le informazioni necessarie a compiere scelte alimentari consapevoli attraverso l'etichettatura nutrizionale obbligatoria e armonizzata da apporre sulla parte anteriore degli imballaggi, l'estensione dell'indicazione di origine obbligatoria per determinati prodotti e la formulazione di una proposta per la creazione di un quadro per l'etichettatura di sostenibilità che tenga conto degli aspetti nutrizionali, climatici, ambientali e sociali dei prodotti alimentari. Inoltre, agirà sulla ristorazione istituzionale (incluse le scuole) per stabilire criteri minimi obbligatori per gli appalti sostenibili nel settore alimentare e così promuovere sistemi agricoli sostenibili, compresa l'agricoltura biologica. Riesaminerà, inoltre, il programma UE per le scuole per rafforzare i messaggi educativi sull'importanza di un'alimentazione sana, di una produzione sostenibile e della riduzione degli sprechi (2023).

Infine, l'Obiettivo Specifico 4: «**Ridurre le perdite e gli sprechi alimentari**» ha lo scopo di rispettare l'impegno di dimezzare entro il 2030 lo spreco alimentare pro capite nell'ambito degli Obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite.

Favorire e promuovere la transizione globale

Secondo quanto riportato dall'Annuario dell'Agricoltura Italiana 2019 nel focus dedi-

cato alla «Strategia dal produttore al consumatore», la transizione verso regimi alimentari sostenibili, sani e inclusivi sarà favorita da investimenti mirati in ricerca, innovazione e tecnologia e sul trasferimento delle conoscenze rafforzando, ad esempio, il ruolo del Partenariato Europeo per l'Innovazione «**Produttività e sostenibilità dell'agricoltura**» (PEI-AGRI) nei Piani strategici della PAC.

Anche l'accesso a Internet veloce a banda larga rappresenta un passo decisivo per permettere la diffusione delle nuove tecnologie, quali l'agricoltura di precisione e l'intelligenza artificiale, in grado di permettere un uso più efficiente gli input, ridurre la pressione su ambiente e clima e abbattere i costi per gli agricoltori. L'UE si farà infine promotore della transizione globale verso sistemi alimentari sostenibili nell'ambito degli organismi internazionali.

LA BIOECONOMIA

La bioeconomia comprende quelle attività economiche che utilizzano risorse biologiche rinnovabili del suolo e del mare – come colture agricole, foreste, animali e micro-organismi terrestri e marini, residui organici – per produrre cibo e mangimi, materiali, energia e servizi.

Secondo quanto riportato nell'Annuario dell'Agricoltura Italiana 2021 del CREA nel capitolo dedicato alla Bioeconomia, l'Italia, con un fatturato stimato della Bioeconomia di 316 miliardi di euro nel 2020, è il primo Paese europeo, in termini di numero di impianti per la produzione di biomateriali e prodotti chimici e farmaceutici di origine biologica (CREA, 2021).

L'industria agro-alimentare riveste un ruolo importante nella bioeconomia nazionale.

Di fatto, le agroenergie, termine diffuso per definire l'energia prodotta dalle imprese agricole, zootecniche, forestali e dall'agro-industria, costituiscono oggi in Italia la più importante fra le fonti energetiche rinnovabili per l'ampia disponibilità di materia prima e, soprattutto, perché possono costituire la base

Sansa ottenuta dopo la spremitura delle olive



per fornire elettricità, calore e biocarburanti con tecnologie mature e affidabili.

Un recente Rapporto dell'ENEA (2021) mostra come le agroenergie possano diventare una importante fonte di reddito integrativa per le aziende agricole e una fonte che può integrare le fonti energetiche per la nuova politica energetica nazionale.

Infatti, il Rapporto evidenzia come la produzione di energia rinnovabile dal settore agricolo e forestale sia al disotto della media dell'Unione europea, sebbene, insieme all'energia eolica e solare, possa contribuire a soddisfare il fabbisogno energetico nazionale.

Inoltre, secondo quanto riportato dall'Annuario dell'Agricoltura Italiana 2020, un re-



cente progetto EU condotto da ITABIA, conclusosi a fine 2020 (H2020 ENABLING), indica una disponibilità potenziale pari a circa 25 milioni di t/anno di residui agricoli e agroindustriali a livello nazionale (CREA, 2021).

Pertanto, l'agricoltura italiana può svolgere un ruolo leader nella sfida dettata dal fabbisogno energetico nazionale e dai target europei al 2030.

«A pesare sulla fattura elettrica degli italiani ancora oggi è quell'85% di energia importata che sottrae ai consumatori circa 60 miliardi di euro l'anno per l'acquisto di petrolio e gas» (CREA, 2021).

Per raggiungere gli obiettivi prefissati dall'UE

per il Green Deal, sono ancora necessari ulteriori sforzi.

Infatti, il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC) fissa al 30% l'obiettivo di energia ricavata da fonti rinnovabili, da raggiungere entro il 2030. L'Italia dovrà risolvere alcune problematiche, legate soprattutto all'attuazione di un effettivo sistema incentivante che premi qualità e quantità e disporre di politiche mirate a una maggiore integrazione con la vera vocazione dell'azienda agricola verso le cosiddette «colture food» (CREA, 2021).

Inoltre, nel **Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)** le energie agricole e forestali sono state inserite in un programma ad hoc denominato «Green Communities», rivolto allo sviluppo sostenibile e resiliente dei territori rurali e di montagna (ibidem).

IL CONTRIBUTO DELL'OLIVICOLTURA ALLA BIOECONOMIA

I residui agricoli

I residui delle produzioni in campo agricolo rappresentano una risorsa per le loro caratteristiche chimico-fisiche, per la loro consistenza in termini quantitativi, per la loro presenza «ubiquitaria» sul territorio nazionale e infine, cosa importante anche se ovvia, non vanno ad intaccare minimamente le superfici destinate ad uso alimentare da cui derivano (per la questione «food vs energy» in merito alle preoccupazioni e polemiche per le negative ripercussioni sul costo degli alimenti, soprattutto in paesi poveri dal punto di vista economico).

Al tempo stesso esistono anche alcuni punti deboli che derivano principalmente dai costi, in taluni casi molto elevati, da sostenere per il recupero, lo stoccaggio e il trasporto dei residui di colture erbacee ed arboree.

Negli ultimi anni numerose aziende agricole hanno intrapreso la strada della multifunzionalità, affiancando alle tradizionali attività

l'indirizzo agro-energetico.

A livello nazionale e per la sola coltura di olivo, i principali materiali residuali sono i **resti di potatura** e il **legno prodotto a fine ciclo in seguito all'espianto**.

Tra i residui della potatura, la frasca è quella che fornisce la maggior quantità di biomassa e, quindi, il maggiore contenuto energetico.

La sua ridotta utilizzazione dipende solo dalle difficoltà tecniche ed economiche del recupero.

Le foglie e le ramaglie di diverse forme costituiscono invece i residui delle attività di raccolta delle olive. La loro quantità varia in base al metodo di raccolta delle olive in campo, maggiore con la raccolta meccanica delle oli-



Scarti di potatura dell'olivo

ve. Sono gli scarti con maggiore presenza di sostanza secca e cellulosa.

I residui dell'estrazione olearia

L'industria olearia si caratterizza per una significativa produzione di sottoprodotti, ovvero di materiali che pur non costituendo l'og-



getto principale dell'attività di impresa, scaturiscono in via continuativa dal processo industriale e sono impiegati in modo certo e a condizioni economicamente favorevoli per l'operatore industriale nello stesso o in un successivo processo produttivo, senza essere sottoposti a trattamenti che ne modifichino la composizione chimica, al di là della normale pratica industriale.

I principali materiali che derivano dai processi di estrazione dell'industria olearia sono: la **sansa di oliva vergine**, la **sansa e farina di oliva disoleata**, il **nocciolino** e le **acque di vegetazione**.

Tali materiali possono variare in dipendenza del processo utilizzato. Infatti, la classificazione dei sottoprodotti oleari dipende in gran parte dalla metodologia di estrazione dell'olio dall'oliva.

L'evoluzione della tecnologia di estrazione verso sistemi di lavorazione in automatico tende ad utilizzare impianti continui che puntano all'utilizzo del sistema centrifugo per la separazione delle fasi.

I principali sottoprodotti che derivano dall'industria olearia sono utilizzati per la produzione di energia rinnovabile da bioliquidi e da biomasse solide, per la produzione di energia elettrica da bioliquidi, di biocarburanti o per la produzione di energia termica per il calore di processo o per il teleriscaldamento industriale.

Inoltre, vi sono altre destinazioni d'uso, più tradizionali e consolidate, della produzione di **mangimi per animali** e dell'industria elaiochimica che genera prodotti per l'**industria farmaceutica**, **cosmetica**, della **detergenza**, delle **vernici** e delle **bio-plastiche**.

Infine, trovano spazio anche nel settore della produzione dei **pannelli di legno** e per l'uso come **ammendante del terreno**.

Acque di vegetazione

Le acque di vegetazione rappresentano il sottoprodotto liquido proveniente dal processo di estrazione dell'olio.

Esse sono costituite essenzialmente da: una parte di acqua di costituzione delle olive con

un modesto residuo di olio, dall'acqua di lavaggio delle olive e degli impianti e, presente negli impianti continui, acqua di diluizione delle paste.

La notevole variabilità nel valore dei costituenti totali, presenti all'interno delle acque di vegetazione, è legata ai volumi di acqua utilizzati nei diversi processi di trasformazione e alla durata dello stoccaggio nelle vasche di raccolta.

In merito alla durata di stoccaggio, essa ha influenza diretta sul peso di alcuni componenti organici facilmente fermentescibili e sulla concentrazione dell'estratto etero in caso si recuperino le sostanze grasse affioranti.

I processi di smaltimento delle acque di vegetazione, condotti dai frantoiani, sono sostanzialmente lo spandimento controllato su terreno ed il contenimento in vasche per favorire la degradazione naturale della materia organica.

Infatti, oltre al limitato periodo di produzione di queste acque, uno dei problemi legati alla loro gestione risiede nel loro elevato contenuto organico, nella spiccata acidità e nella presenza rilevante di fenoli, sostanze naturali dall'elevata attività antimicrobica.

Pertanto, un massiccio rilascio di queste acque nell'ambiente può comportare la modifica o la distruzione della flora batterica o l'inquinamento delle falde acquifere, con conseguenze per l'ambiente o per i sistemi di depurazione delle acque civili.

Quindi se da un lato questa grande varietà e quantità di molecole ne limita lo smaltimento, dall'altra parte fa sì che un tale residuo possa essere considerato come fonte rinnovabile di interesse commerciale, come ad esempio, le sostanze fenoliche in esse contenute sono note per le loro capacità anti-ossidanti, anti-radicali e per le loro benefiche attività biologiche e farmacologiche.

Se recuperate e dosate opportunamente, queste sostanze possono essere nuovamente impiegate in svariati campi, quali la farmaceutica, la cosmetica, la nutrizione ed il packaging. Le acque di vegetazione sono ricche, inoltre,





di carboidrati, proteine, lipidi, i quali, tramite processi di «bio-raffineria», possono essere convertiti per la produzione di energia, calore, composti chimici, materiali.

L'introduzione di questo nuovo approccio di bio-raffinazione, delle sostanze presenti in queste acque, può indurre alla valorizzazione di molecole quali i fenoli ottenuti sia come miscele sia come composti puri, alla produzione di biofuels quali bioidrogeno e biometano.

Tatiana Castellotti

CREA PB

Bibliografia

Annuario dell'agricoltura Italiana 2021, pagg. 283-287, CREA, 2022.

Annuario dell'Agricoltura Italiana 2020, pagg. 161-166. CREA, 2021.

G. Nicosia, Classificazione e quantificazione dei residui, in (a cura di) T. Castellotti, Studio ed analisi dei fabbisogni di innovazione delle imprese olivicolo – olearie della Calabria, Rapporto di ricerca, CREA 2014.

C. Benincasa, M. Pellegrino, L. Veltri, S. Claps, C. Fallara and E. Perri, 2021, Dried Destoned Virgin Olive Pomace: a Surprising and Promising New By-product from Pomace Extraction Process, *Molecules*, 2021, 26, 4337. <https://doi.org/10.3390/molecules26144337>.

C. Benincasa, M. Pellegrino, E. Romano, S. Claps, C. Fallara and E. Perri, 2022, Qualitative and Quantitative Analysis of Phenolic Compounds in Spray-Dried Olive Mill Wastewater, *Frontiers in nutrition*, Volume 8, Article 782693.

CAPITOLO 2

VALORIZZAZIONE DEI PRODOTTI SECONDARI DELLA FILIERA OLIVICOLA-OLEARIA



VALORIZZAZIONE DEI REFLUI OLEARI

Sansa e acque di vegetazione, preziosi prodotti secondari della filiera olivicolo-olearia, rappresentano una risorsa naturale da utilizzare e valorizzare per diversi fini

Elvira Romano, Cinzia Benincasa,
Massimiliano Pellegrino, Enzo Perri

L'UE rappresenta il maggior produttore, consumatore ed esportatore al mondo di olio d'oliva.

La produzione mondiale media di olio di oliva è di circa 3 milioni di tonnellate, di cui 2 milioni di tonnellate viene prodotta in Europa. Ciò comporta che durante la stagione moli-



toria, che ha una durata di 3-4 mesi, vengano prodotte anche elevate quantità di reflui oleari: sansa e acque di vegetazione.

Le caratteristiche chimico-fisiche dei prodotti secondari della filiera olivicolo-olearia sono influenzate da fattori genetici (cultivar), da fattori pedoclimatici, dallo stadio di maturazione dei frutti, dalle tecniche colturali e dal sistema di estrazione utilizzato.

La sansa vergine rappresenta il refluo solido ottenuto dalla lavorazione delle olive ed è caratterizzata da un residuo acquoso, la cui percentuale varia in funzione del tipo di sistema estrattivo utilizzato, dalla parte fibrosa del frutto, dal nocciolo e da olio residuo (5%).

Nella *tabella 1* viene riportata la composizione chimica della sansa vergine di oliva essiccata, prodotta da un impianto di estrazione a «tre

Tabella 1. Composizione chimica della sansa vergine di oliva essiccata, prodotta da un impianto di estrazione a "tre fasi"

Composti fenolici	mg/kg	Tocoferoli	mg/kg
Catecolo	220,32 ± 0,54	α-tocoferolo	2,69 ± 0,11
Tirosolo	512,25 ± 39,62	β-tocoferolo	4,32 ± 0,09
Vanillina	20,36 ± 1,89	γ-tocoferolo	0,48 ± 0,10
Idrossitirosolo	339,27 ± 4,77	δ-tocoferolo	0,29 ± 0,12
Acido p-cumarico	73,25 ± 15,13	Tocoferoli totali	7,78 ± 0,42
Acido siringico	0,35 ± 0,08	Acidi grassi	%
Acido o-cumarico	25,44 ± 5,66	C14:0	0,02 ± 0,00
Acido caffeico	83,85 ± 5,73	C16:0	13,49 ± 1,41
Acido ferulico	3,88 ± 0,05	C16:1	1,61 ± 0,31
Acido vanillico	89,54 ± 7,93	C17:0	0,13 ± 0,02
Apigenina	17,87 ± 5,49	C17:1	0,31 ± 0,08
Apigenina-7-O-glucoside	0,13 ± 0,01	C18:0	2,27 ± 0,13
Luteolina	1.248 ± 104	C18:1n9	72,29 ± 2,38
Luteolina-7-O-glucoside	43,66 ± 5,28	C18:2n6	8,37 ± 0,71
Luteolina-4-O-glucoside	26,89 ± 4,41	C18:3n3	0,60 ± 0,07
Diosmetina	27,84 ± 8,58	C20:0	0,34 ± 0,06
Rutina	51,48 ± 7,44	C20:1n9	0,32 ± 0,08
Oleuropeina	30,22 ± 1,73	C22:0	0,11 ± 0,02
Verbascoside	541,08 ± 23,26	C24:0	0,13 ± 0,04
Oleuropeina derivati	149,37 ± 5,20		
Ligstroside derivati	433,72 ± 9,50		
Fenoli totali	3.795 ± 209		

Tabella modificata da Benincasa C., (Molecules. 2021)

fasi». Le acque di vegetazione, invece, rappresentano il refluo liquido ottenuto dalla lavorazione delle olive e possono essere costituite dalle acque utilizzate per il lavaggio delle olive e degli impianti, dalle acque di diluizione delle paste, dal liquido separato per centrifugazione dal mosto oleoso. In particolare, le acque di vegetazione sono ritenute molto inquinanti perché caratterizzate da un'elevata acidità, da un alto contenuto in sali, in sostanza organica e in composti fenolici (tabella 2).

Le notevoli quantità di reflui oleari prodotti in

un arco di tempo ristretto, la loro carica inquinante e i costi che le aziende devono affrontare per il loro corretto smaltimento, rende la loro gestione particolarmente impegnativa.

L'uso e la valorizzazione dei prodotti secondari della filiera olivicolo-olearia rappresenta, pertanto, un'interessante opportunità per favorire lo sviluppo di nuovi prodotti, contribuire ad uno smaltimento ecosostenibile ed incrementare il reddito aziendale. In questo contesto si inserisce «il piano d'azione per l'economia circolare -Per un'Europa più pulita e

Tabella 2. Contenuto in composti fenolici (mg/kg) di acque di vegetazione, prodotte da un impianto di estrazione a "tre fasi", ed essiccate mediante Spray-dry

Composti fenolici	mg/kg
Catecolo	6,12 ± 2,03
Tirosolo	2,043 ± 309
Vanillina	27,70 ± 2,26
Idrossitirosolo	1,481 ± 106
Idrossitirosiloleato	564 ± 79
Acido p-cumarico	5,01 ± 1,41
Acido caffeico	2,89 ± 0,49
Apigenina	9,55 ± 0,31
Luteolina	62,38 ± 2,78
Diosmetina	3,58 ± 0,60
Luteolina-7-O-glucoside	88,55 ± 10,82
Luteolina-4-O-glucoside	11,48 ± 0,92
Oleuropeina	103 ± 7
Oleuropeina derivativi	6,556 ± 277
Ligstroside derivativi	279 ± 38
Verbascoside	700 ± 140
Fenoli totali	11,986 ± 437

Tabella modificata da Benincasa C., (Front. Nutr., 2022)



più competitiva» elaborato dalla Commissione Europea che prevede diverse misure incentrate sulla progettazione di prodotti sostenibili, per dare ai consumatori la possibilità di operare scelte consapevoli, riducendo così notevolmente la produzione di rifiuti e trasformandoli in input per altri processi industriali o in nuove risorse per l'ambiente.

Ne segue che sansa e acque di vegetazione, preziosi prodotti secondari della filiera olivicola-olearia, rappresentano un'importante risorsa naturale da utilizzare e valorizzare per fini agronomici, per il recupero di composti bioattivi per usi alimentari, cosmetici o farmaceutici, come integratore nella produzione di mangimi, per la produzione di energia e per la produzione di diverse tipologie di materiali sostenibili.

**Elvira Romano, Cinzia Benincasa
Massimiliano Pellegrino
Enzo Perri**

*CREA-Centro di Ricerca Olivicoltura,
Frutticoltura e Agrumicoltura (CREA-OFA)*

Bibliografia

- European Commission Factsheet. EU Olive Oil. 2021. Available online: https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/plants-and-plant-products/plant-products/olive-oil_it
- Dashboard: Olive oil, 2 febbraio 2022 https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/plants_and_plant_products/documents/olive-oil-dashboard_en.pdf
- M. Aggoun, R. Arhab, A. Cornu, J. Portelli, M. Barkat, B. Graulet. Olive mill wastewater micro-constituents composition according to olive variety and extraction process. *Food Chem.* 2016, 209, 72–80.
- S. Ntougias, F. Gaitis, P. Katsaris, S. Skoulika, N. Iliopoulos, G.I. Zervakis. The effects of olives harvest period and production year on olive mill wastewater properties—Evaluation of *Pleurotus* strains as bioindicators of the effluent's toxicity. *Chemosphere* 2013, 92, 399–405.
- E. Uribe, A. Pasten, R. Lemus-Mondaca, A. Vega-Gálvez, I. Quispe-Fuentes, J. Ortiz, K.D. Scala. Comparison of Chemical Composition, Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Three Olive-Waste Cakes. *J. Food Biochem.* 2015, 39, 189–198.
- A. Khdaif, G. Abu-Rumman. Review Sustainable



Environmental Management and Valorization Options for Olive Mill Byproducts in the Middle East and North Africa (MENA) Region. *Processes* 2020, 8, 671; doi:10.3390/pr8060671

- P. Proietti, L. Regni, L. Nasini, L. Ilaroni, A. Taticchi, B. Sordini, M. Servili. Vol. 22 Utilizzazione e valorizzazione delle sanse vergini e delle acque di vegetazione. *Accademia nazionale dell'ulivo e dell'olio, collana Collana divulgativa* 2021, volume 22, pag. 70, ISSN 2281-4930
- C. Benincasa, M. Pellegrino, L. Veltri, S. Claps, C. Fallara, E. Perri. Dried destoned virgin olive pomace: a promising new by-product from pomace extraction process. *Molecules*. (2021) 26:4337. doi: 10.3390/molecules26144337.
- C. Benincasa, M. Pellegrino, E. Romano, S. Claps, C. Fallara, E. Perri. Qualitative and Quantitative Analysis of Phenolic Compounds in Spray-Dried Olive Mill Wastewater. *Front. Nutr.*, 2022, 8:782693. doi: 10.3389/fnut.2021.782693
- COMMISSIONE EUROPEA. Un nuovo piano d'azione per l'economia circolare Per un'Europa più pulita e più competitiva. Bruxelles, 11.3.2020 COM(2020) 98 final
- R. Mallamaci, R. Budriesi, M. L. Clodoveo, G. Botti, M. Micucci, A. Ragusa, F. Curci, M. Mura-

glia, F. Corbo, C. Franchini. Olive Tree in Circular Economy as a Source of Secondary Metabolites Active for Human and Animal Health Beyond Oxidative Stress and Inflammation. *Molecules* 2021, 26, 1072. <https://doi.org/10.3390/molecules26041072>

- Benincasa, C., La Torre, C., Plastina, P., Fazio, A., Perri, E., Caroleo, M.C., Gallelli, L., Cannataro, R., Cione, E. 2019: Hydroxytyrosyl Oleate: Improved Extraction Procedure from Olive Oil and By-Products, and In Vitro Antioxidant and Skin Regenerative Properties. *Antioxidants*, 8, 233.
- Plastina P, Benincasa, C., Perri, E., Fazio, A., Augimeri, G., Poland, M., et al. 2019: Identification of hydroxytyrosyl oleate, a derivative of hydroxytyrosol with anti-inflammatory properties, in olive oil by-products. *Food Chem.* 279:105–13. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.12.007.
- S. Stempfle, D. Carlucci, B. C. de Gennaro, L. Roselli, G. Giannoccaro. Available Pathways for Operationalizing Circular Economy into the Olive Oil Supply Chain: Mapping Evidence from a Scoping Literature Review. *Sustainability* 2021, 13, 9789. <https://doi.org/10.3390/su13179789>.



SCARTI DI LAVORAZIONE: RISORSA PREZIOSA PER UOMO E ANIMALI

Gli scarti di lavorazione dell'industria olearia rappresentano una risorsa preziosa nella produzione di integratori alimentari e di mangimi a valenza nutraceutica



Cinzia Benincasa, Elvira Romano,
Massimiliano Pellegrino, Enzo Perri

Alfiere della Dieta Mediterranea e riconosciuto dall'UNESCO patrimonio mondiale dell'umanità, l'olio extravergine di oliva (EVO) viene celebrato non solo per il suo valore nutrizionale, ma anche per il contenuto di principi farmacologicamente attivi, classificati come nutraceutici e noti come alimenti funzionali.

Il consumo di olio EVO è stato associato a una minore incidenza di malattie coronariche

e tumori grazie alla presenza di oltre 230 molecole chimiche, tra cui fenoli, alcoli alifatici e triterpenici, steroli, idrocarburi, composti volatili e acidi grassi monoinsaturi.

L'oliva, infatti, oltre a contenere molti minerali, vitamine e carotenì è ricca di flavonoidi, acidi e alcoli fenolici, lignani ma, soprattutto, di **secoiridoidi**: oleuropeina, metiloleuropeina, ligstroside e nuzenide.

Questi ultimi sono presenti soltanto nelle piante della famiglia delle oleacee e la loro concentrazione è influenzata dalla matura-

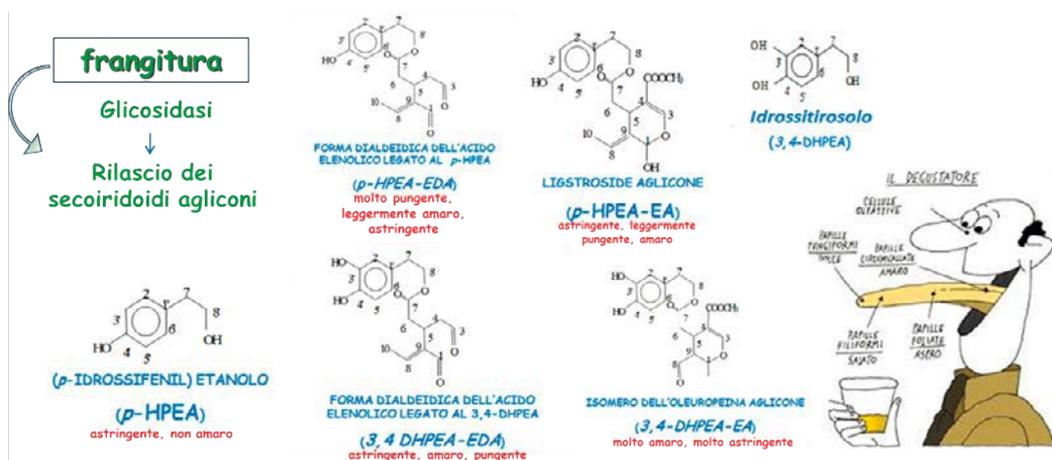


Figura 1 - Composti e strutture chimiche dei secoiridoidi glicosidi che si formano durante il processo di estrazione dell'olio.

zione del frutto, nonché dalla varietà.

Nell'olio EVO ritroviamo gran parte delle molecole prima citate a differenza dei secoiridoidi che, per tagli enzimatici che avvengono durante il processo di estrazione dell'olio, sono presenti nella forma glicosilata. Ritroviamo, infatti, piccole quantità di oleuropeina e ligstrosidi e in quantità maggiore gli agliconi da essi derivati; a queste ultime molecole si attribuiscono anche i parametri positivi organolettici di amaro e di piccante (figura 1). Nonostante molti lavori scientifici abbiano dimostrato che le olive sono molto ricche di fenoli, solo una piccolissima per-



Foto 1 - Sanse disidratate e acque di vegetazione.



centuale, tra l'1 e il 3%, finisce negli oli.

Gran parte di essi, proprio per la loro prevalente natura idrofila, finiscono negli scarti della lavorazione: acque di vegetazione e sanse (foto 1). Nonostante esse, a causa della loro tossicità, attività antimicrobica e gestione inefficace, siano considerate degli scarti problematici, se correttamente trattate e usando tecnologie adeguate, possono essere convertite in fonti di approvvigionamento di sostanze ad alto valore aggiunto e utilizzati nei prodotti alimentari ad uso umano e animale, nell'industria cosmetica e in quella farmaceutica.

La filosofia di considerare i reflui oleari come materia prima ha dato origine a numerose ricerche volte all'uso e alla valorizzazione del refluo per vie biologiche e chimiche per ottenere prodotti a medio o alto valore aggiunto e, al contempo, l'abbattimento del potere inquinante con miglioramento dell'impatto ambientale.

Il recupero dei fenoli dai prodotti secondari dell'industria olearia prevede tipicamente una fase di condensazione (cioè, concentrazione termica, ultrafiltrazione o liofilizzazione) prima di eseguire un'estrazione con solventi organici (es. metanolo, etanolo o soluzioni idroalcoliche) o con solventi cosiddetti green. Altri metodi includono l'applicazione di resine cromatografiche, concentrazioni selettive con membrane liquide ed estrazioni per mezzo di fluidi supercritici. Inoltre, trovano largo impiego nel settore alimentare le tecnologie basate sui meccanismi di desolvatazione, come l'atomizzazione e la liofilizzazione per la formazione di polveri fini e anidre.

RICERCHE MIRATE AL RECUPERO DEI SOTTOPRODOTTI

Molte attività di ricerche che vede coinvolto il CREA - Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, sede di Rende (CS), hanno proprio l'obiettivo di recuperare e valorizzare i sottoprodotti dell'industria olearia per la produzione di molecole ad alto valore antiossidante da utilizzare nella produzione di integratori alimentari e di mangimi a valenza nutraceutica, nonché in formulati farmaceutici ad attività antifungina, antivirale e antimicrobica. Nell'ambito delle attività di ricerca del Progetto «SANSINUTRIFEED», che prevede la produzione di mangimi a valenza nutraceutica attraverso l'uso di sottoprodotti dell'industria olearia con studio degli effetti sul benessere animale e la qualità funzionale di latte e formaggi, si è presentato un nuovo interessante sottoprodotto denominato «**sansa vergine di oliva denocciolata essiccata**» avente umi-



dità finale dell'8% e ottenuto grazie all'utilizzo di un nuovo sistema, diverso da quelli tradizionali, avente temperature di essiccazioni inferiori e l'assenza della fase di estrazione per mezzo del solvente.

Analisi chimiche hanno dimostrato che la sansa vergine di oliva denocciolata essiccata è una buona fonte di **proteine grezze** e **fibre preziose**, ricca in **fenoli totali** (6156 mg/kg), in **acido oleico** (72,29%), **linoleico** (8,37%) e **tocoferoli** (8,80 mg/kg) e idonea all'utilizzo come integratore alimentare innovativo per mangimi animali.

Successive prove di alimentazione sugli ovini hanno portato all'ottenimento di latte arricchito in **acidi grassi polinsaturi** (0,21%) e **insaturi** (2,42%), **fenoli** (10,35 mg/kg) e **tocoferoli** (1,03 mg/kg).

Nell'ambito delle attività di ricerca del Progetto «**Innovazioni tecnologiche nella filiera dell'oliva da olio e da mensa – INNOLITEC**», sono stati presentati i risultati relativi ai composti fenolici rilevati nelle acque reflue di frantoio disidratate utilizzando un essiccatore a spruzzo opportunamente modificato.

Analisi chimiche hanno dimostrato che la polvere risultante è una ricca fonte di composti antiossidanti quali: **apigenina** (9,55 mg/kg peso secco), **acido caffeico** (2,89 mg/kg peso secco), **catecolo** (6,12 mg/kg peso secco), **acido p-cumarico** (5,01 mg/kg peso secco), **diosmetina** (3,58 mg/kg peso secco), **idrossitirosolo** (1.481 mg/kg secco peso), **luteolina** (62,38 mg/kg peso secco), **luteolin-7-O-glucoside** (88,55 mg/kg peso secco), **luteolin-4-O-glucoside** (11,48 mg/kg peso secco), **oleuropeina** (103 mg/kg peso secco), **rutina** (48,52 mg/kg peso secco), **tirosolo** (2043 mg/kg di peso secco), **vanillina** (27,70 mg/kg di peso secco), **verbascoside** (700 mg/kg peso a secco) e **idrossitirosil oleato** (564 mg/kg peso secco).

Quest'ultimo, un derivato dell'idrossitirosolo esterificato con l'acido oleico, è una molecola dal **forte potere antiossidante** dalle molteplici proprietà, tra cui quella di contrastare i radicali liberi che portano all'invecchiamento



delle cellule e combattere l'infiammazione.

Attività di ricerca condotte in sinergia con il Dipartimento di Farmacia dell'Università della Calabria hanno portato a risultati molto interessanti: l'esterificazione dell'idrossitirosolo rende la molecola **maggiormente bioattiva e ne aumenta la sua lipofilia** rendendola più stabile dal punto di vista metabolico e capace di attraversare le membrane cellulari. Studi sulla capacità dell'idrossitirosil oleato di controllare lo stato redox cellulare di per sé così come l'espressione di microRNA legata ai processi rigenerativi della pelle, ha delineato il suo ruolo di regolatore epigenetico in una pletera di malattie legate alla pelle, dalla guarigione all'invecchiamento. Inoltre, l'idrossitirosil oleato, non rilevabile nelle olive integre, è stato trovato in misura abbondante nei suoi prodotti secondari.

**Cinzia Benincasa, Elvira Romano
Massimiliano Pellegrino
Enzo Perri**

*CREA - Centro di Ricerca Olivicoltura,
Frutticoltura e Agrumicoltura
Rende (CS)*



Bibliografia

- Lupinacci S., Toteda G., Vizza D., Perri A., Benincasa C., Mollica A., La Russa A., Gigliotti P., Leone F., Lofaro D., Bonofiglio M., Perri E., Bonofiglio R. 2016: Active compounds extracted from extra virgin olive oil counteract mesothelial-to-mesenchymal transition of peritoneal mesothelium cells exposed to conventional peritoneal dialysate: in vitro and in vivo evidences. *J. Nephrol.* DOI 10.1007/s40620-016-0368-4
- Benincasa, C., La Torre, C., Plastina, P., Fazio, A., Perri, E., Caroleo, M.C., Gallelli, L., Cannataro, R., Cione, E. 2019: Hydroxytyrosyl Oleate: Improved Extraction Procedure from Olive Oil and By-Products, and In Vitro Antioxidant and Skin Regenerative Properties. *Antioxidants*, 8, 233
- Plastina P., Benincasa, C., Perri, E., Fazio, A., Augimeri, G., Poland, M., et al. 2019: Identification of hydroxytyrosyl oleate, a derivative of hydroxytyrosol with anti-inflammatory properties, in olive oil by-products. *Food Chem.* 279:105–13. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.12.007
- Benincasa, C., Pellegrino, M., Romano, E., Claps, S., Fallara, C., Perri E. 2022: Qualitative and Quantitative Analysis of Phenolic Compounds in Spray-Dried Olive Mill Wastewater. *Front. Nutr.* 8:782693. doi: 10.3389/fnut.2021.782693
- Galanakis, C.M. 2012: Recovery of high added-value components from food wastes: conventional, emerging technologies and commercialized applications. *Trends Food Sci Technol.* 26:68

87. doi: 10.1016/j.tifs.2012.03.003

- Cardinali, A., Cicco, N., Linsalata, V., Minervini, F., Pati, S., Pieralice, M., Tursi, N., Lattanzio, V.: Biological Activity of High Molecular Weight Phenolics from Olive Mill Wastewater. *J. Agric. Food Chem.* <https://doi.org/10.1021/jf101437c>
- Dimitris, P., Zagklis, E.C., Arvaniti, V.G., Papadakis, C., Paraskeva, A. Sustainability analysis and benchmarking of olive mill wastewater treatment methods. <https://doi.org/10.1002/jctb.4036>
- Benincasa, C., Pellegrino, M., Veltri, L., Claps, S., Fallara, C., Perri, E. 2021: Dried destoned virgin olive pomace: a promising new by-product from pomace extraction process. *Molecules.* (2021) 26:4337. doi: 10.3390/molecules26144337
- Benincasa, C., Santoro, I., Nardi, M., Cassano, A., Sindona G. 2019: Eco-Friendly Extraction and Characterisation of Nutraceuticals from Olive Leaves. *Molecules*, 24, 3481; doi:10.3390/molecules24193481
- Cassano, A., Conidi, C., Giorno, L., Drioli, E. 2013: Fractionation of olive mill wastewaters by membrane separation techniques. *J Hazard Mater.* 248–9:185–93. doi: 10.1016/j.jhazmat.2013.01.006



L'ESTRAZIONE DI SOSTANZE NUTRACEUTICHE

I processi a membrana sono il futuro per l'estrazione di sostanze nutraceutiche e per la cosmesi dai sottoprodotti dell'industria agroalimentare

Lidietta Giorno, Fabio Bazzarelli,
Carmela Conidi, Rosalinda Mazzei, Emma Piacentini,
Teresa Poerio, Alfredo Cassano

L'aumento della popolazione pone forti pressioni sociali, economiche ed ambientali.

La crescente domanda di energia, acqua potabile, cibo e beni di consumo è contrapposta alla disponibilità limitata di risorse. Il modo di produrre e di consumare attuato finora non è sostenibile. Al modello di produzione basato sulla «quantità» attraverso lo sfruttamento intensivo delle risorse non rinnovabili è necessario sostituire un modello basato sulla «qualità» attraverso lo sfruttamento intensivo della conoscenza che ci possa consentire di transitare da un modello di economia cosiddetta «lineare» ad un modello di economia «circolare», soprattutto implementando un utilizzo sostenibile e responsabile delle risorse rinnovabili.

Il settore agro-alimentare è tra quelli che meglio si presta ad una sostanziale innovazione nell'ottica dell'economia circolare. Infatti, esso genera, in tutta la filiera, enormi quantità di «scarti», che sono in realtà fonti rinnovabili di materie prime da cui è possibile ottenere sostanze preziose per svariati settori industriali, quali alimentare, nutraceutico, cosmeceutico, farmaceutico, chimica fine, materiali, tessile,

conceria, bioenergia, ecc.

Per poter implementare il riutilizzo e la valorizzazione degli scarti nell'ottica della sostenibilità, è necessario impiegare tecnologie pulite, a basso consumo energetico e che non alterino le proprietà delle sostanze bioderivate. Le tecnologie a membrana rispettano tutti questi requisiti.

Esse consentono il recupero, la separazione, il frazionamento delle varie componenti presenti in una miscela attraverso meccanismi di setacciamento (in base alla dimensione), repulsione elettrostatica (in base alla carica elettrica), solubilità e diffusione (in base alla natura chimica delle molecole rispetto alla matrice della membrana ed alla dimensione molecolare).

In genere, i processi a membrana non richiedono additivi chimici, operano a temperatura ambiente e non consumano molta energia.

Consentono quindi un elevato potenziale nell'innovazione delle filiere dell'industria agro-alimentare.

TRATTAMENTO DEGLI SCARTI DELL'INDUSTRIA OLEARIA MEDIANTE PROCESSI A MEMBRANA

Le potenzialità dei processi a membrana per il trattamento di scarti agro-alimentari e recupero di molecole ad alto valore aggiunto è ampiamente documentato. Il trattamento degli scarti della filiera dell'industria olearia rappresenta uno dei casi maggiormente studiati. In particolare, l'attenzione è stata focalizzata sul trattamento delle acque reflue olearie o acque di vegetazione.

Il carico inquinante delle acque di vegetazione è illustrato in *tabella 1*.

Esse contengono acqua (oltre 83%), sali (circa 2%) e composti organici (circa 15%). I biofenoli costituiscono la frazione di molecole organiche ad alto valore aggiunto ed hanno massa molecolare tra 130 e 650 g/mol.

L'integrazione di diversi processi a membrana

Acque di vegetazione

pH
prefiltrazione

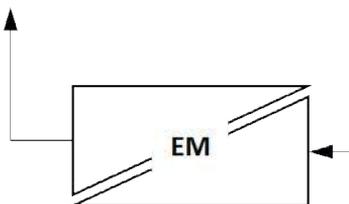


Feed – MF
V = 1000 L

Polyphenols
EE = 90%



Emulsione acqua-in-olio



consente da un lato, la possibilità di purificare l'acqua al grado di purezza ammesso per legge e dall'altro, la possibilità di recuperare, frazionare, concentrare biofenoli ad alto e basso peso molecolare.

I processi a membrana maggiormente impiegati per il trattamento delle acque di vegetazione sono la microfiltrazione (MF), l'ultrafiltrazione (UF), la nanofiltrazione (NF) e l'osmosi inversa (OI) (*tabella 2*).

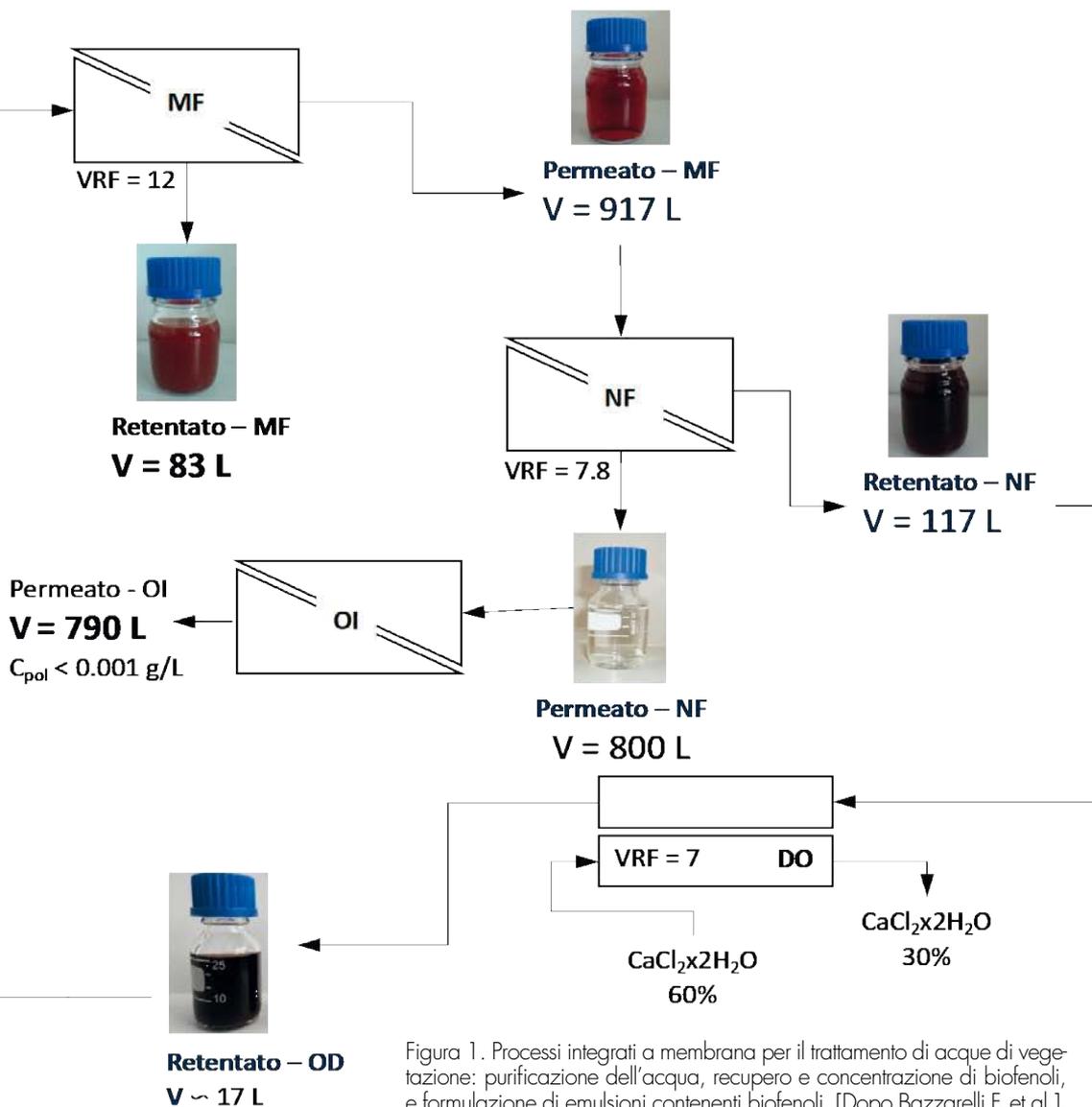


Figura 1. Processi integrati a membrana per il trattamento di acque di vegetazione: purificazione dell'acqua, recupero e concentrazione di biofenoli, e formulazione di emulsioni contenenti biofenoli. [Dopo Bazzarelli F. et al.].

Recentemente sono stati impiegati altri processi avanzati a membrana come i bioreattori a membrana (BRM), l'emulsificazione a membrana (EM) e la distillazione a membrana (DM).

Un esempio di integrazione di diversi processi a membrana e loro performance è illustrato nella *figura 1*.

Partendo da un metro cubo di acque di vegetazione (acidificate per destabilizzare la so-

sensione e pre-filtrate con una rete da $35 \mu\text{m}$ per allontanare particolato grossolano), dopo il trattamento con MF-NF-OI si può recuperare fino a circa l'80% di acque con un contenuto di biofenoli minore del limite stabilito dalla normativa.

Queste acque sono pure e possono essere riutilizzate costituendo una risorsa aggiuntiva. La corrente a monte della membrana da NF (retentato) contiene circa l'80% dei biofenoli

Tabella 1. Proprietà delle acque di vegetazione

	Acque di vegetazione	Limiti ammessi per legge (D. Lgs. 152/2006)
pH	4-5	5,5 - 9,5
COD	45.000-220.000 mg/L	500 mg/L
BOD5	35.000-100.000 mg/L	250 mg/L
Biofenoli	3.000-10.000 mg/L	1 mg/L

Tabella 2. Processi a membrana utilizzati nel trattamento di acque di vegetazione

Processo	Tipo di membrana	Condizioni operative	Meccanismo di separazione	Specie che permeano	Specie che sono trattene
Microfiltrazione (MF)	Membrana porosa, pori > 0,1µm	Differenza di pressione 100 - 500 kPa	Setacciamento	Solvente (acqua) e solidi disciolti	Solidi sospesi, particolato fine, colloidali
Ultrafiltrazione (UF)	Membrana mesoporosa, 10 nm > pori < 0,1µm	Differenza di pressione 100 - 800 kPa	Setacciamento	Solvente (acqua) e soluti a basso peso molecolare (<1.000 Da)	Macrosoluti e colloidali
Nanofiltrazione (NF)	Membrana mesoporosa, 10 nm > pori < 0,1µm	Differenza di pressione 0,3 - 3 MPa	Setacciamento molecolare Repulsione elettrica	Solvente (acqua) e molecole < 200 Da, ioni monovalenti	Molecole > 200 Da, ioni multivalenti
Osmosi Inversa (OI)	Membrana microporosa, 2 nm > pori < 0,1µm	Differenza di pressione 1 - 10 MPa	Soluzione diffusione	Solvente (acqua)	Molecole e ioni
Contattori a Membrana (CM)	Membrana densa, assenza di pori	Differenza di temperatura, differenza di concentrazione	Diffusione	Composti volatili, o solubili nel solvente di estrazione	Composti non-volatili, o non-solubili nel solvente di estrazione
Bioreattori a membrana (BRM)	Membrana biocatalitica	Membrane da MF, UF, NF, CM	In base al tipo di membrana	Prodotto di reazione	Reagenti



inizialmente presenti nelle acque di vegetazione con una concentrazione aumentata di oltre 7 volte (da 1,728 g/L a 12,5 g/L). La frazione può essere ulteriormente concentrata mediante un contattore a membrana (per es. distillazione osmotica, DO) fino a 87,5 g/L (il volume finale del retentato è circa 17 L e la massa di biofenoli totali è circa 1,5 kg, di cui 60 g di idrossitirosole e 266 g di tirosolo).

Queste frazioni concentrate sono state impiegate per la formulazione di emulsioni acqua-in-olio mediante emulsificazione a membrana, ottenendo una efficienza di incapsulamento dei biofenoli all'interno delle goccioline di emulsione pari al 90%.

È da sottolineare che, il valore aggiunto della frazione di biofenoli è tanto più elevato quanto più rapido è il trattamento delle acque. Infatti, evitando stadi di flocculazione e sedimentazione (che durano giorni) vengono limitati fenomeni di bio e fotodegradazione.

Il volume rimasto a monte del primo stadio di MF (retentato MF) è stato ridotto di oltre il 90%, così pure la massa di biofenoli (la concentrazione rimane invariata perché la membrana da MF non ha selettività nei confronti dei biofenoli).

Il ridotto contenuto di biofenoli rende questa frazione più facilmente utilizzabile per la produzione di biogas in digestori anaerobici.

CONCLUSIONI

L'impiego dei processi a membrana consente di:

- recuperare e valorizzare componenti ad alto valore aggiunto;
- ridurre la domanda di acqua di sorgente riciclando le acque purificate;
- utilizzare la frazione organica residua per generare biogas;
- trattare gli scarti per prevenire l'inquinamento ambientale.

**Lidietta Giorno, Fabio Bazzarelli,
Carmela Conidi, Rosalinda
Mazzei, Emma Piacentini, Teresa
Poerio, Alfredo Cassano**

*Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per
la Tecnologia delle Membrane (CNR-ITM)
Rende (CS)*

Ringraziamenti: Il lavoro è stato svolto nell'ambito del progetto PON Olio Più - PON01_01545, PON Ricerca e Competitività 2007-2013 e del progetto RAVEL, POR Calabria FESR-FSE 2014-2020.

Bibliografia

Bazzarelli, F., Piacentini, E., Poerio, T., Mazzei, R., Cassano, A., Giorno, L. Advances in membrane operations for water purification and biophenols recovery/valorization from OMWWs, (2016) Journal of Membrane Science, 497, pp. 402-409. DOI: 10.1016/j.memsci.2015.09.049



IMBALLAGGI SOSTENIBILI DAGLI SCARTI OLIVICOLI

Gli scarti della filiera agro-industriale olivicola possono offrire una serie di molecole d'interesse biologico per la realizzazione di imballaggi flessibili attivi in grado di aumentare la shelf-life degli alimenti.

Sarai Agustin-Salazar, Pierfrancesco Cerruti,
Giovanni Dal Poggetto, Domenico Zannini,
Federica Zuppari

L'olivo è considerato uno dei primi alberi coltivati dall'uomo, di cui solo l'*Olea europaea* è commestibile (Valvez *et al.*, 2021). Nei paesi produttori di olio d'oliva della regione mediterranea, tra cui l'Italia è al secondo posto (17%) dopo la Spagna (63%), i processi di lavo-

razione delle olive generano enormi quantità di scarti.

Si stima che una tonnellata di olive può generare circa il 60% di residuo solido dalla lavorazione di frantoio.

Una frazione di questi ultimi è utilizzata nella produzione di energia elettrica e/o termica, ma i **costi associati allo smaltimento e/o stoccaggio di tali residui hanno una note-**



vole ricaduta in termini economici e di impatto ambientale.

Per tale motivo, la loro eventuale riconversione in prodotti a più alto valore aggiunto rappresenta una sfida rilevante della filiera agro-industriale (Giudice *et al.*, 2021; Valvez *et al.*, 2021; Zannini *et al.*, 2021).

Una delle possibilità di valorizzazione delle molecole ricavate dagli scarti della lavorazione delle olive riguarda la loro applicazione nel packaging sostenibile.

Da tali residui è infatti possibile recuperare sia **molecole bioattive**, come polifenoli ed antiossidanti potenzialmente impiegabili nella realizzazione di materiali plastici flessibili

per l'imballaggio alimentare attivo, sia **fibra lignocellulosica**, il cui uso come filler sostenibile in compositi a base polimerica costituisce un'interessante applicazione nel campo della tecnologia degli imballaggi rigidi (Agustin-Salazar *et al.*, 2020; Espadas-Aldana *et al.*, 2021; Sider, *et al.*, 2021).

UTILIZZO DI ESTRATTI FENOLICI BIOATTIVI PER IL PACKAGING FLESSIBILE

La frazione polifenolica bioattiva ricavata dagli scarti della filiera olivicola, ed in particolare estratta dalle **acque di vegetazione**, è stata

utilizzata per conferire **proprietà antiossidanti e antibatteriche** agli **imballaggi flessibili**, in maniera tale da estendere la shelf-life degli alimenti confezionati.

Per quanto i composti estratti da biomasse possano rappresentare un'alternativa sostenibile all'utilizzo di additivi chimici, l'incorporazione in film polimerici presenta alcune difficoltà, quali bassa stabilità e sensibilità a fattori ambientali (luce, temperatura, umidità e pH).

Sono stati, quindi, valutati metodi per aumentare la stabilità dei film additivati, come l'incapsulamento delle molecole bioattive mediante tecniche come spray drying, freeze drying o in nanoemulsioni (Chanoti *et al.*, 2021).

Un diverso approccio per incorporare l'estratto antiossidante da foglie di olive (OLE) in un film multistrato a base di polietilene (PE), è stato seguito da Moudache *et al.* (2017).

OLE è stato incorporato in una soluzione acquosa, utilizzata come adesivo tra i due strati che ha permesso di bloccare la migrazione dei composti attivi in simulanti alimentari.

I film **hanno aumentato la stabilità della carne fresca ai processi di ossidazione**, dimostrando che questi antiossidanti possano agire da free radical scavenger senza necessità di rilascio né di contatto diretto con l'alimento.

Sono stati condotti anche studi per l'incorporazione di estratti attivi derivati dagli scarti della lavorazione delle olive sui polimeri, applicabili su scala industriale.

Cejudo Bastante *et al.* (2019) hanno utilizzato l'impregnazione con solvente supercritico CO₂ di film a base di polietilentereftalato/polipropilene (PET/PP) con OLE, ottimizzando parametri di processo, come il rapporto solvente/co-solvente e OLE/polimero, per massimizzare il contenuto fenolico totale.

Sono state valutate sia la capacità antiossidante sia l'attività antimicrobica dei film impregnati in vitro contro vari ceppi batterici ed è stato condotto uno studio di shelf-life su pomodorini, evidenziando un **aumento della**

conservazione di 20 giorni rispetto ai film di controllo senza estratti.

IMPIEGO DELLA FRAZIONE LIGNOCELLULOSICA COME RINFORZO NEGLI IMBALLAGGI RIGIDI

L'uso di materiali derivanti da fonti naturali e rinnovabili come elemento di rinforzo nei compositi polimerici presenta importanti vantaggi.

Le principali qualità dei filler lignocellulosici nei compositi polimerici sono:

- basso costo,
- bassa densità,
- origine rinnovabile,
- ampia variabilità delle strutture,
- superficie chimicamente reattiva,
- relativamente alto modulo elastico e resistenza,
- relativa facilità di degradazione dei compositi lignocellulosici (rispetto ai riempitivi inorganici),
- elevata capacità di attenuazione del suono
- diminuzione dell'usura dei macchinari (Agustin-Salazar *et al.*, 2020; Batuecas *et al.*, 2019; Valvez *et al.*, 2021).

Finora, solo la frazione corrispondente al nocciolo d'olivo, contenente grandi quantità di cellulosa, emicellulosa e lignina, è stata valorizzata nel campo dei biocompositi, combinandola sia con polimeri sintetici come poliesteri insaturi, cloruro di polivinile (PVC), polipropilene (PP), sia con polimeri biodegradabili come acido polilattico (PLA) e poli(i-drossibutirrato-co-valerato) (PHBV) (Banat, 2019; Lammi *et al.*, 2019; Valvez *et al.*, 2021) (*figura 1*).

In particolare, è stata studiata l'incorporazione di un filler a base di polvere di nocciolo d'oliva in PHBV in cui il filler è stato additivato fino al 70% in peso (Lammi *et al.*, 2019). L'aggiunta del filler ha comportato un aumento della rigidità del materiale e un calo significativo della resistenza alla trazione, spiegato

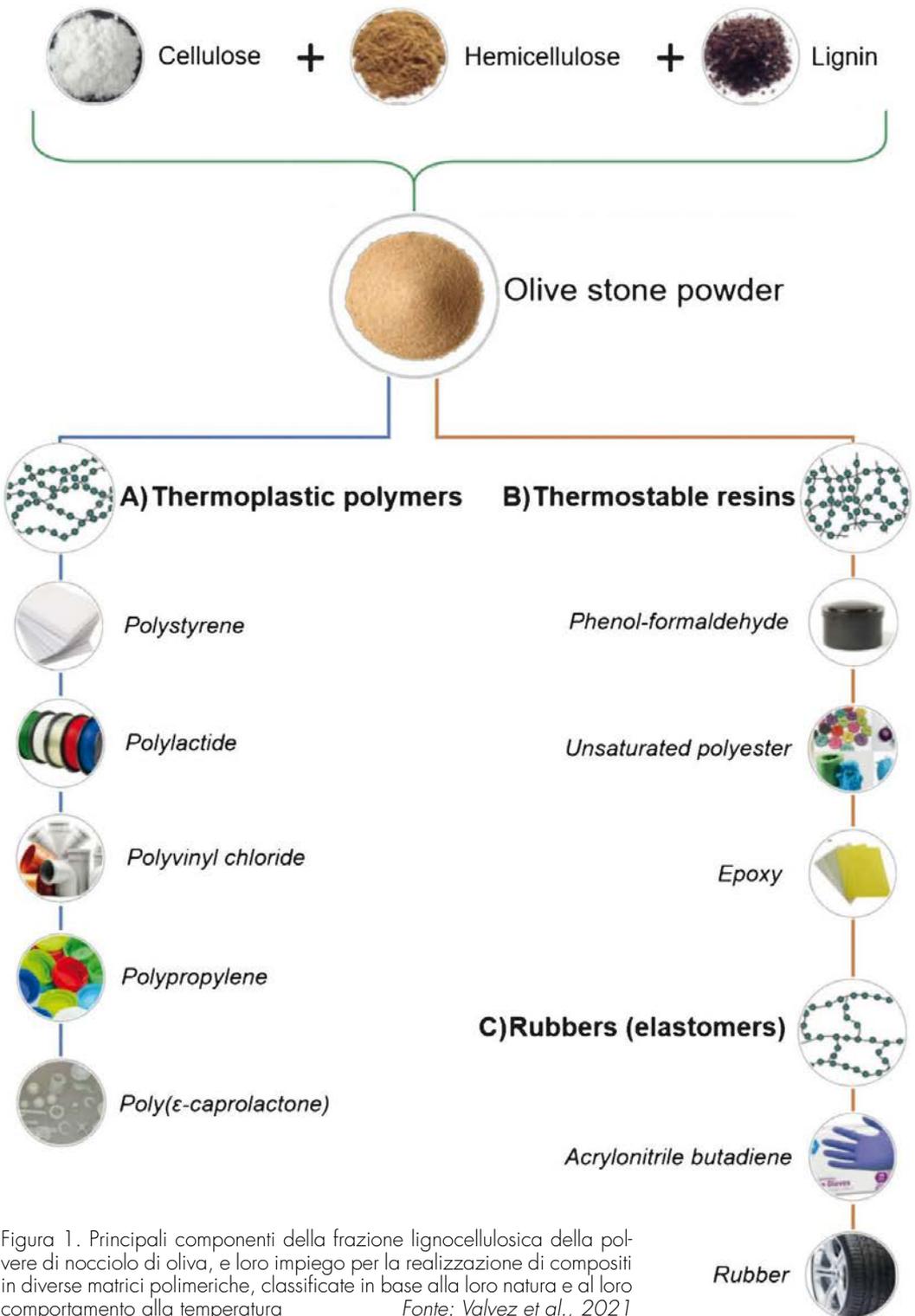


Figura 1. Principali componenti della frazione lignocellulosica della polvere di nocciolo di oliva, e loro impiego per la realizzazione di compositi in diverse matrici polimeriche, classificate in base alla loro natura e al loro comportamento alla temperatura
 Fonte: Valvez et al., 2021

dalla scarsa adesione interfacciale tra il filler e la matrice.

Sebbene diversi lavori abbiano riportato la possibilità di utilizzare **farina di nocciolo** come rinforzo per polimeri termoplastici, non è stata condotta un'indagine approfondita su come l'incorporazione di farina in una matrice di PP possa influire sulle proprietà meccaniche (Banat, 2019).

Oltre agli studi accademici, anche alcuni progetti europei si sono focalizzati sulla valorizzazione di questo scarto lignocellulosico per sviluppare imballaggi sostenibili:

GO OLIVA

<https://gooliva.com/index.php>

OLI-PHA

<https://cordis.europa.eu/project/id/280604/itOlea>

LIFE COMPOLIVE

<https://www.lifecompolive.eu/?lang=en>

CONCLUSIONI

Gli scarti della filiera agro-industriale olivicola possono offrire una serie di molecole d'interesse biologico, per la realizzazione di imballaggi flessibili attivi in grado di aumentare la shelf-life degli alimenti.

Inoltre, il reimpiego della frazione lignocellulosica esausta come agente di rinforzo nella realizzazione di compositi per diverse matrici polimeriche evidenzia le notevoli potenzialità di questo approccio di economia circolare per lo sviluppo di materiali per l'imballaggio a maggiore sostenibilità.

**Sarai Agustín-Salazar,
Pierfrancesco Cerruti,
Giovanni Dal Poggetto,
Domenico Zannini,
Federica Zuppari**

*Istituto per i Polimeri, Compositi
e Biomateriali (IPCB-CNR) - Pozzuoli NA*

Bibliografia

• Agustín-Salazar, S., Cerruti, P., Scarinzi, G. (2020). Biobased structural additives for poly-



mers. In Sustainability of Polymeric Materials (pp. 193–234). De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110590586-009>.

• Banat, R. (2019). Olive Pomace Flour as Potential Organic Filler in Composite Materials: A Brief Review. 9(1), 10–15. <https://doi.org/10.5923/j.ajps.20190901.02>.

• Batuecas, E., Tommasi, T., Battista, F., Negro, V., Sonetti, G., Viotti, P., Fino, D., Mancini, G. (2019). Life Cycle Assessment of waste disposal from olive oil production: Anaerobic digestion and conventional disposal on soil. Journal of Environmental Management, 237(January), 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.02.021>.

• Bolek, S. (2020). Olive stone powder: A potential source of fiber and antioxidant and its effect on the rheological characteristics of biscuit dough and quality. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 64(January), 102423. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102423>.



- Cejudo Bastante, C., Casas Cardoso, L., Fernández-Ponce, M. T., Mantell Serrano, C., Martínez de la Ossa, E. J. (2019). Supercritical impregnation of olive leaf extract to obtain bioactive films effective in cherry tomato preservation. *Food Packaging and Shelf Life*, 21, 100338. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2019.100338>.
- Chanioti, S., Katsouli, M., Tzia, C. (2021). Novel processes for the extraction of phenolic compounds from olive pomace and their protection by encapsulation" *Molecules* (Basel, Switzerland), 26(6), 1781. <https://doi.org/10.3390/molecules26061781>.
- Espadas-Aldana, G., Guaygua-Amaguaña, P., Vialle, C., Belaud, J., Evon, P., Sablayrolles, C. (2021). Life Cycle Assessment of Olive Pomace as a Reinforcement in Polypropylene and Polyethylene Biocomposite Materials: A New Perspective for the Valorization of This Agricultural By-Product. *Coatings*, 11(5), 525. <https://doi.org/10.3390/coatings11050525>

- Giudice, V. Lo, Faraone, I., Bruno, M. R., Ponticelli, M., Labanca, F., Bisaccia, D., Massarelli, C., Milella, L., Todaro, L. (2021). Olive Trees By-Products as Sources of Bioactive and Other Industrially Useful Compounds : A Systematic Review. *Molecules* 2021, 26(16), 5081; <https://doi.org/10.3390/molecules26165081>.
- Khwaldia, K., Attour, N., Matthes, J., Beck, L., Schmid, M. (2022). Olive byproducts and their bioactive compounds as a valuable source for food packaging applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 1, 36.
- Lammi, S., Gastaldi, E., Gaubiac, F. (2019). How olive pomace can be valorized as fillers to tune the biodegradation of PHBV based composites. 166. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2019.06.010>.
- Luzi, F., Pannucci, E., Clemente, M., Grande, E., Urciuoli, S., Romani, A., Torre, L., Puglia, D., Bernini, R., Santi, L. (2021). Hydroxytyrosol and oleuropein-enriched extracts obtained from olive oil wastes and by-products as active antioxidant ingredients for poly(vinyl alcohol)-based films. *Molecules* (Basel, Switzerland), 26, 2104. <https://doi.org/10.3390/molecules26072104>.
- Moudache, M., Colon, M., Nerin, C., Zaidi, F. (2016). Phenolic content and antioxidant activity of olive by-products and antioxidant film containing olive leaf extract. *Food Chemistry*, 212, 521–527. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.001>.
- Moudache, M., Nerin, C., Colon, M., Zaidi, F. (2017). Antioxidant effect of an innovative active plastic film containing olive leaves extract on fresh pork meat and its evaluation by Raman spectroscopy. *Food Chemistry*, 229, 98–103. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.023>.
- Sider, I., Nassar, M. M. A. (2021). Chemical Treatment of Bio-Derived Industrial Waste Filled Recycled Low-Density Polyethylene : A Comparative Evaluation. *Polymers* 2021, 13(16), 2682; <https://doi.org/10.3390/polym13162682>.
- Valvez, S., Maceiras, A., Santos, P., Reis, P. N. B. (2021). Olive Stones as Filler for Polymer-Based Composites : A Review. *Materials* 2021, 14(4), 845; <https://doi.org/10.3390/ma14040845>.
- Zannini D, Dal Poggetto G, Malinconico M, Santagata G, Immirzi B. Citrus Pomace Biomass as a Source of Pectin and Lignocellulose Fibers: From Waste to Upgraded Biocomposites for Mulching Applications. *Polymers* (Basel). 2021 Apr 14;13(8):1280. doi: 10.3390/polym13081280.

CAPITOLO 3

UTILIZZAZIONE AGRONOMICA DEI REFLUI OLEARI



VALORIZZARE LE SANSE IN OTTICA AGROAMBIENTALE

Per evitare lo smaltimento delle sanse come rifiuti è possibile utilizzare diversi metodi di valorizzazione, tra cui l'impiego come ammendante

di Primo Proietti, Luca Regni, Roberto Calisti

L'industria di estrazione dell'olio di oliva genera una grande quantità di sottoprodotti (sansa e acque di vegetazione) il cui accumulo e/o non corretto smaltimento può avere degli effetti dannosi sull'ambiente, anche a causa del fatto che gli stessi vengono prodotti annualmente in un arco temporale piuttosto ristretto (3-4 mesi,

corrispondenti al periodo dell'attività molitoria). Non va trascurato, inoltre, l'impatto economico della destinazione dei sottoprodotti che, se in passato poteva produrre un reddito accessorio per i frantoiani, spesso negli ultimi anni è diventata una voce di costo.

In Italia la produzione di sansa ammonta a circa 2,5 milioni di t/anno.



Negli ultimi venti anni, **la composizione e il volume dei sottoprodotti sono notevolmente cambiati**, come conseguenza dell'introduzione di tecnologie di estrazione innovative, finalizzate soprattutto alla riduzione dei quantitativi di acqua aggiunta durante l'estrazione. Infatti, il sistema di estrazione a tre fasi, che produce olio e i sottoprodotti sansa e acque di vegetazione, negli ultimi anni è stato progressivamente sostituito dal sistema di estrazione a due fasi in cui l'unico sottoprodotto è rappresentato da una sansa semi-solida, avente un contenuto di acqua compreso tra il 56 e il 75%, e dal sistema a 3 fasi a risparmio di acqua in cui i sottoprodotti sono costituiti da sansa (umidità 51%) e acque di vegetazione. **Tali innovazioni hanno reso ancor più pro-**

blematico lo smaltimento convenzionale delle sansa a causa del loro elevato contenuto in acqua.

Negli ultimi anni, infatti, è diminuito progressivamente l'interesse della sansa per l'estrazione dell'olio residuo nei sansifici a causa dell'alto contenuto in acqua. Inoltre, molti sansifici hanno cessato l'attività a causa della progressiva regressione del mercato dell'olio di sansa e anche per problemi ambientali. Pertanto, onde evitare lo smaltimento delle sansa come rifiuti, sono stati proposti diversi metodi di valorizzazione tra cui l'utilizzazione, diretta o previo compostaggio, come ammendante, la combustione per la produzione di energia e la digestione anaerobica per la produzione di biogas.

VALORIZZAZIONE AGRONOMICA DELLE SANSE

Valorizzazione delle sanse come ammendante in pieno campo

Tra i metodi proposti l'utilizzazione agronomica delle sanse (tal quali o compostate) come ammendante sembra costituire l'impiego più semplice/economico.

L'uso delle sanse come ammendante su terreni agrari, per lo più in oliveti, con spargimento in superficie in terreni inerbiti o interrimento a una profondità di 10-25 cm in quelli gestiti mediante lavorazioni ordinarie, è, infatti, una pratica ormai molto diffusa in quanto, oltre ad essere economica e facilmente praticabile, può produrre **effetti positivi sulle colture e sulle caratteristiche del terreno**, anche con riduzione di input chimici in una logica di economia circolare.

Lo spandimento delle sanse umide sui terreni aventi destinazione agricola, oltre a rispettare le modalità previste dall'articolo 4 della legge 11 novembre 1996, n. 574 e successive modifiche e integrazioni, deve tener conto del tipo di reflu, delle implicazioni colturali e degli effetti sul terreno, onde ottimizzarne l'uso ed evitare rischi ambientali.

In particolare, considerando che le sanse hanno un pH acido (intorno a 5,2), un elevato contenuto in sostanze fenoliche (1-3% della sostanza secca) e in sostanze grasse (8-14% della sostanza secca), per escludere effetti negativi su suolo e acque superficiali e profonde, il loro razionale impiego non può prescindere da:

- studio del terreno destinato allo spandimento e dell'eventuale presenza di falda idrica (suoli con pH basico e ricchi in carbonati sono i migliori; la pendenza deve essere modesta; non deve esserci una falda superficiale);
- scelta dell'epoca di distribuzione (periodo migliore autunno-inverno, e in ogni caso prima della ripresa vegetativa, evitando lo spandimento con terreno gelato o saturo);



Rivoltamento di un cumulo di compostaggio di sanse e raspi

- rispetto delle dosi e uniforme distribuzione (quest'ultima più difficile da ottenere con sanse 2 fasi poiché tendono a formare grumi);
- definizione di uno specifico piano di fertilizzazione che nella definizione delle dosi tenga conto della quantità di elementi nutritivi apportati con l'ammendamento con sansa (ridurre, quindi, gli apporti con la concimazione ordinaria).

In generale, dai risultati di varie sperimentazioni, emerge che l'ammendamento con sanse, o con compost da esse derivati, favorisce nel tempo un incremento della fertilità del terreno poiché determina, seppure in misura molto variabile, i seguenti effetti positivi:

- aumento del contenuto di sostanza organica;
- miglioramento della struttura e della stabilità del suolo (effetto di particolare interesse in quanto i terreni coltivati, impoverendosi progressivamente di sostanza organica, sono sempre più destrutturati);
- incremento della capacità idrica, con positive ripercussioni sull'acqua disponibile;
- aumento del contenuto in azoto totale, fo-



sforo assimilabile e potassio scambiabile;
■ incremento dell'attività microbica.

In una sperimentazione in Umbria, condotta dal Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali (DSA3) dell'Università di Perugia, ad esempio, la distribuzione in un oliveto di ingenti quantità di sanse (100 t per ettaro, cioè una dose superiore a quella massima prevista dalla normativa, che è stata scelta per valutare gli effetti in condizioni estreme), derivanti da impianto di estrazione a tre fasi per quattro anni consecutivi, ha causato nel terreno **una lieve diminuzione del pH, un aumento del contenuto in sostanza organica, azoto totale, potassio scambiabile, magnesio e fosforo assimilabile e una migliore attività microbica.**

Gli olivi hanno mostrato una **maggiore attività vegetativa** (+20%) e **produttiva** (+10%), mentre non sono state rilevate variazioni nel contenuto percentuale di olio nei frutti.

Non sono emerse variazioni significative delle principali caratteristiche chimiche e sensoriali dell'olio, ad eccezione di un positivo

aumento contenuto di fenoli nell'olio.

Non sono stati osservati effetti fitotossici sugli olivi.

Nello stesso oliveto, l'ammendamento con la sansa prodotta da un innovativo sistema di estrazione a due fasi (umidità 64–78%), costituita dalla polpa delle olive e priva di nocciolino, distribuita tal quale e compostata per tre anni consecutivi, ha determinato un **aumento del P disponibile**, mentre il K scambiabile è aumentato soltanto nelle parcelle trattate con sansa non compostata.

Allo stesso tempo dai risultati agronomici sull'ammendamento di oliveti con i compost ottenuti da sanse si è potuto rilevare: l'assenza di fenomeni di fitotossicità del compost a carico degli olivi, un'influenza sulla cascola, un leggero effetto positivo sull'accrescimento dei frutti (senza riduzione del loro contenuto in olio) e sulla produzione per pianta, l'assenza di effetti negativi sulla qualità chimico-sensoriale dell'olio.

In merito al **compostaggio**, alcune sperimentazioni hanno dimostrato la buona attitudine al compostaggio delle sanse dei frantoi oleari miscelate con i residui di potatura, con i raspi di uva e con la paglia.

In definitiva, l'utilizzazione agronomica delle sanse soddisfa l'esigenza sia di smaltire i residui delle lavorazioni in modo sostenibile dal punto di vista economico, ambientale e agronomico, sia di valorizzare i sottoprodotti sia anche di incrementare nel suolo il contenuto di carbonio (come conseguenza dell'aumento di sostanza organica) contribuendo a ridurre l'anidride carbonica (CO₂) nell'atmosfera. Anche la possibile riduzione dell'uso di concimi chimici influenza positivamente il bilancio del carbonio.

Il compostaggio delle sanse per potenziare i benefici ottenibili dall'ammendamento

Il compostaggio delle sanse può potenziare le valenze ambientali del comparto olivicolo-oleario. Infatti, utilizzando il compost rispetto

alle sanse tal quali, si potrebbe avere un **maggiore stoccaggio di carbonio nel suolo**, con positivo impatto sul contrasto al cambiamento climatico.

A riprova di ciò, in un caso studio condotto in Umbria, ammendando un oliveto con sansa tal quale e compostata per otto anni, è stato osservato che quest'ultima ha **determinato il sequestro di quantitativi maggiori di carbonio nell'agroecosistema oliveto rispetto alla sansa tal quale**.

Infatti, circa il 50% del carbonio distribuito al suolo con la sansa compostata è stato sequestrato dalle piante e soprattutto dal suolo. La minore quantità di carbonio sequestrata (circa il 7% di quello distribuito) in seguito al trattamento con sansa non compostata è attribuibile alla maggiore degradabilità microbica di questo materiale.

Particolarmente interessante, in una logica di economia circolare, è, come sopra accennato, il compostaggio delle sanse con altri sottoprodotti delle filiere agroalimentari quali raspi, residui di potatura, paglie, ecc., matrici queste che hanno la funzione di aumentare la porosità della massa e renderla così idonea al compostaggio.

Il compostaggio generalmente si effettua in cumuli e i parametri ottimali per l'attività microbiologica sono una quantità di ossigeno >10%, umidità 40-65%, rapporto carbonio/azoto 20-30.

Il compostaggio determina un innalzamento del pH e una forte riduzione sostanze fenoliche (80%).

I compost ottenuti in varie sperimentazioni rispettavano i limiti del d.lgs 75/2010 per gli ammendanti compostati misti e l'ammendante verde, sono risultati ottimi per contenuto in sostanza organica stabile e in acidi umici e fulvici, rapporto carbonio/azoto e concentrazioni degli elementi nutritivi.

La quasi totalità dell'azoto dei compost era in forma organica (lenta cessione e non suscettibile alla lisciviazione), l'indice di germinazione è risultato addirittura maggiore al 100% (cosa che esclude fitotossicità), nonostante la ricchezza

z delle sanse in fenoli, acidi grassi a basso peso molecolare e altre molecole ad azione fitotossica (ciò attesta la riduzione del contenuto in composti fitotossici grazie al compostaggio).

Il contenuto in metalli pesanti è risultato molto limitato e inferiore ai limiti imposti dalla legge.

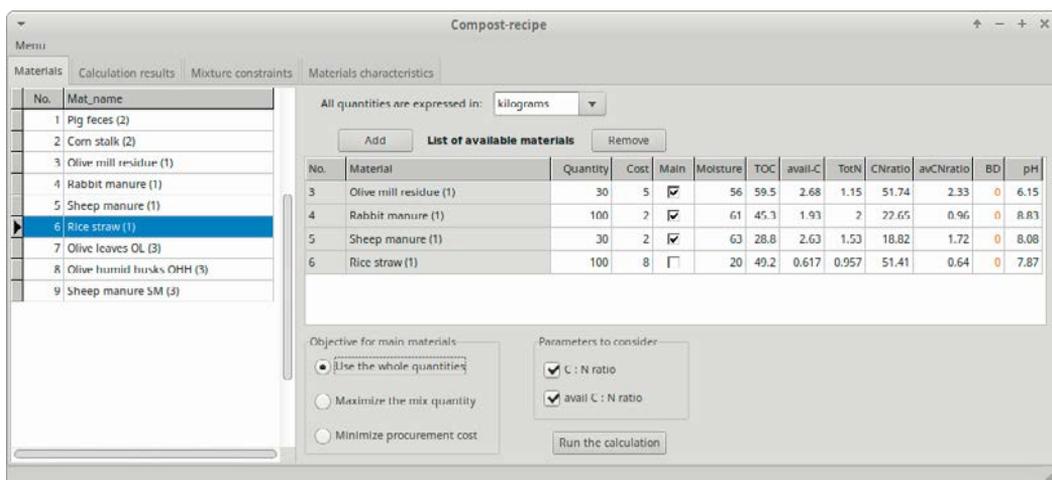
Tuttavia, l'impatto ambientale dovuto all'emissione di gas inquinanti, quali anidride carbonica, ossidi di azoto, aldeidi e composti organici volatili, durante il processo di compostaggio va tenuto in considerazione.

Per valutare tale rischio, ARPA Umbria, in collaborazione con il DSA3, ha ideato un sistema di campionamento «stazionario», costituito da una camera cilindrica chiusa (con dispositivi di campionamento e analisi). Il campionamento ha riguardato le seguenti sostanze: sostanze organiche volatili (SOV), carbonio organico totale (COT), ammoniaca, fenoli, aldeidi, ammine, ossigeno, anidride carbonica, monossido di carbonio, ossidi di azoto, anidride solforosa e metano.

Tra i gas inquinanti monitorati, l'unico che ha superato i limiti previsti per i biofiltri nei processi industriali di compostaggio è stato il SOV nella fase di bioossidazione accelerata, mentre in relazione alla qualità dell'aria intorno al cumulo non sono emersi problemi.

I principali ostacoli all'implementazione aziendale del compostaggio di qualità sono:

- carenza di conoscenze sulle caratteristiche delle diverse matrici in relazione ai parametri ottimali di compostaggio (matrice lignocellulosica da aggregare alla sansa, temperatura, umidità, arieggiamento, ecc.);
- carenza di conoscenze sulle caratteristiche chimico-biologiche dei compost ottenuti e sulle loro proprietà agronomiche e ambientali;
- eccessiva lunghezza del processo di compostaggio (necessità di ampi spazi);
- difficoltà di attuare il compostaggio all'aperto (mantenimento delle condizioni necessarie per l'evoluzione del processo);
- mancanza di informazioni sulle modalità e potenzialità di uso dei compost per l'ammenda-



Schermata del software «Compost-recipe»

mento e la realizzazione di substrati vivaistici. Nel DSA3 sono state quindi svolte sperimentazioni per:

- individuare tecnologie/protocolli innovativi per il compostaggio di sottoprodotti (diversi tipi sanse, patate, raspi, paglia, letame) a livello aziendale, per ottenere compost economici di adeguata qualità agronomica e ambientale;

- elaborazione di un software di facile uso aziendale per ottimizzare il processo e le caratteristiche del compost ottenuto conoscendo quelle delle materie prime (carbonio/azoto, umidità, pH, densità apparente); il modello di calcolo tiene conto anche del costo di approvvigionamento delle materie prime e dei vincoli operativi;

- valutare anche i possibili effetti soppressivi nei confronti di patogeni;

- progettare un sistema semplificato per compostaggio aziendale (cumulo chiuso realizzato in rimorchio agricolo, con sistema di areazione forzata alla base).

Dalle sopra menzionate sperimentazioni è emerso che:

- il compostaggio in biocontainer chiuso con areazione forzata risulta la migliore metodologia per applicare il compostaggio aziendale, poiché riesce a garantire un ot-

timale svolgimento del processo anche con matrici problematiche, come le sanse con alti livelli di umidità;

- il software messo a punto («Compost-recipe») è scaricabile al sito <http://dsa3.unipg.it/it/ricerca/31-ricerca/colture-arboree/219-colture-arboree-download-materiale-e-documenti>;

- la sostituzione del 50% della torba con compost ottenuto da sanse ha determinato una riduzione significativa di piante morte in presenza di 1% di inoculo di *Phytophthora cinnamomi* (patogeno polifago altamente virulento).

Valorizzazione delle sanse e dei compost da essi derivati come substrato vivaistico

Oltre a essere un ammendante da utilizzare in pieno campo, il **compost derivato da sansa può rappresentare un valido materiale da impiegare in alternativa, parziale o totale, alla torba nella realizzazione di substrati vivaistici.**

La torba, che attualmente è di gran lunga il materiale più impiegato nei vivai, è una risorsa non rinnovabile, presente in giacimenti naturali. Il prezzo d'acquisto della torba è

progressivamente salito, facendo così aumentare il prezzo dei prodotti finiti e gravando sul consumatore finale.

In effetti, i costi connessi al processo produttivo della torba sono cresciuti a causa dell'incremento dei costi energetici, che incidono su tutto il processo produttivo, a partire dalla raccolta fino alla lavorazione e al trasporto agli stabilimenti, dalla preparazione e classificazione, alla miscelazione e insaccamento fino al trasporto dai Paesi produttori, soprattutto del Nord ed Est Europa e Canada. Attualmente, l'importazione italiana di torba oscilla tra i 5,0 e i 5,8 milioni di quintali.

Oltre all'aumento dei costi, vi sono altri due rilevanti fattori che destano preoccupazioni crescenti in relazione all'impiego della torba e che mettono a rischio la competitività delle aziende vivaistiche che la utilizzano come componente principale dei substrati:

- molti paesi, come ad esempio il Regno Unito, richiedono piante allevate in substrati *peat free* (cioè privi di torba), al fine di salvaguardare sia le torbiere in considerazione del loro valore ambientale, naturalistico e a volte anche archeologico, sia di contenere i costi energetici e le emissioni inquinanti nell'atmosfera dovute al trasporto dai Paesi produttori al resto del mondo;

- l'impossibilità da parte delle aziende vivaistiche di poter ottenere la prestigiosa certificazione volontaria ambientale Ecolabel, perché la Comunità Europea dal 2001 ha escluso il rilascio di tale marchio di qualità ecologica per i substrati di coltivazione che contengono torba o prodotti derivati.

L'insieme di questi fattori ha incrementato negli ultimi anni l'interesse per i materiali che possono sostituire la torba senza determinare ripercussioni negative sulle produzioni e senza causare un incremento dei costi di produzione. L'impiego di compost di alta qualità di facile reperibilità, economici e rinnovabili, da un lato **frena lo sfruttamento e quindi la distruzione delle torbiere**, dall'altro **incentiva il processo di riutilizzo e valorizzazione dei rifiuti/sottoprodotti** con gli ovvi vantag-



Prove di ammendamento con nuovo tipo di sansa

gi dovuti al risparmio di risorse e di energia conseguenti alla sottrazione di grandi quantitativi di materiali dai circuiti di smaltimento convenzionali.

Un notevole interesse assume anche il possibile impatto che il compost ha sulla popolazione microbica dei substrati e quindi sulla possibilità che si possano sviluppare positivi effetti soppressivi nei confronti dei parassiti che spesso si rinvergono nei substrati vivaistici.

In alcune sperimentazioni, barbatelle di olivo sono state rinvasate in contenitori di plastica per la fase di allevamento utilizzando substrati contenenti diverse combinazioni di compost ottenuto dal co-compostaggio della sansa con trinciati della potatura dell'oliveto,



di torba, di pomice e di terreno agrario. Con quantità di compost pari al 30% nel substrato da invasatura (costituito da torba, pomice, compost e terreno agrario) sono state ottenute **piante simili al controllo o addirittura più sviluppate**, mentre con quantità di compost superiori (60%-100%) sono stati rilevati effetti fitotossici connessi a eccessi di salinità nei substrati nei primi due mesi.

In generale, è stato riscontrato che il **processo di compostaggio ha ridotto la fitotossicità del compost nel substrato**.

Anche l'aggiunta di terreno agrario nel substrato riduce la fitotossicità del compost, probabilmente grazie a un adsorbimento selettivo dei composti fitotossici.

Nel complesso, i risultati delle sperimentazioni hanno indicato che i diversi compost utilizzati possono essere impiegati con successo nella realizzazione di substrati da invasatura per l'allevamento in contenitore di specie di media tolleranza alla salinità quali l'olivo.

CONCLUSIONI

In sintesi, come dimostrato da molte sperimentazioni, l'impiego agronomico delle sanse è molto interessante per le loro proprietà fertilizzanti, con particolare riferimento all'apporto di nutrienti e sostanza organica, e, se razionalmente eseguito non comporta problemi di impatto ambientale.

Tuttavia, alcuni studi hanno ipotizzato effetti negativi sul suolo e sui comparti ambientali limitrofi, quali acque profonde e superficiali.

Tali discordanze derivano soprattutto dalle diverse condizioni sperimentali con cui sono state condotte le prove e in particolare da differenti dosi impiegate, modalità di spandimento, tipologia dei suoli, colture in atto e stadio fenologico al momento dell'ammendamento, profondità e natura della falda freatica, pratiche agronomiche attuate e condizioni climatiche.

Poiché tutti questi fattori possono condizionare gli effetti di sansa/compost su suolo, acque superficiali e profonde, atmosfera e organismi, un razionale impiego agronomico di questi sottoprodotti **non può prescindere da una buona pratica agricola**, oltre che dal rispetto delle specifiche normative, al fine di escludere i possibili rischi ed esaltare i benefici conseguenti all'ammendamento.

**Primo Proietti, Luca Regni,
Roberto Calisti**

*Dipartimento di Scienze Agrarie,
Alimentari e Ambientali
Università di Perugia*



REFLUI OLEARI: VALIDI AMMENDANTI E NUOVE DESTINAZIONI D'USO

Le acque di vegetazione dell'industria olearia rappresentano una risorsa e non un rifiuto da smaltire. Il loro riutilizzo sicuro ne esalta le proprietà per nuovi usi

Thomas Vatrano

I sottoprodotti dell'industria olearia, ormai definiti co-prodotti proprio per il loro ampio interesse economico, vengono utilizzati in diversi modi: per l'estrazione del nocciolino di sansa (endocarpo frammentato) come combustibile, come paté di sansa negli impianti di biogas, sotto forma di acque reflue/sansa umi-

da da spandere sui terreni come ammendante, per l'estrazione di biofenoli e, infine, come alimento zootecnico.

Nel Mediterraneo viene prodotto il 90% dell'olio mondiale e allo stesso tempo rimangono da smaltire più di 30×106 m³ di OMW (Olive mill wastewater - acque di vegetazione) (Vaidya *et al.*, 2019).



Caratteristiche delle acque di vegetazione delle olive (OMW)

Le OMW sono caratterizzate da un pH acido (4-5,5), un complesso sistema redox (conduttività di 6.000-16.000 μS) e un'alta capacità di buffering, in grado di mantenere il pH in un determinato range per un certo arco temporale. Tra le cose più importanti vi sono gli alti valori del BOD5 (40-95 g/L), COD (50-180 g/L), LD50 per i pesci di 8,7% (vedi glossario alla pagina seguente). Inoltre le OMW contengono una grande quantità di solidi sospesi e alte concentrazioni di composti poliaromatici, come per esempio i fenoli e i flavonoidi, o i polifenoli da 0,5 a 24 g/L.

Sono stati messi a punto diversi trattamenti per ridurre il carico organico e la tossicità delle OMW, tra cui quelli fisici, chimici e biologici o in combinazione tra di loro. Molti di questi

metodi, come i processi termici e gli avanzati metodi ossidativi, sono molto efficaci ma limitati a causa degli elevati costi di processo.

AZIONE AMMENDANTE DELLE OMW

Lo spandimento delle OMW, un tempo vietato per gli alti valori di carbonio organico (BOD e COD), nonché per l'alto contenuto in fenoli – che ne determinano una bassa biodegradabilità – i quali come è noto hanno una forte azione antimicrobica e di conseguenza rallentano i processi di degradazione, esplicano un'acclarata azione ammendante sui suoli.

Cosa dice la normativa. La normativa prevede apporti massimi diversificati a seconda del metodo di estrazione adottato: 50 m³/ha/anno per le OMW prodotte da impianti a ciclo tradizionale e 80 m³/ha/anno per le OMW originate da impianti a ciclo continuo. .

Zone in cui è vietato lo spandimento. Lo spandimento delle acque di vegetazione e delle sanse umide non è ammesso in talune categorie di terreno e cioè:

- nei terreni situati a distanza inferiore a 300 m dalle aree di salvaguardia delle captazioni di acque destinate al consumo umano;
- nei terreni situati a distanza inferiore a 200 m dai centri abitati;
- nei terreni investiti da colture orticole in atto;
- nei terreni gelati, innevati, saturi d'acque e inondati;
- nei terreni in cui siano localizzate falde che possono venire a contatto con le acque di percolazione del suolo e comunque nei terreni in cui siano localizzate falde a una profondità inferiore ai 10 m (Apat, 2007);
- zone soggette a rischio vulnerabilità nitrati.

STUDI NEL MONDO SULL'APPLICAZIONE DELLE OMW

Il potere ammendante delle OMW è ormai notoriamente riconosciuto dalla comunità scientifica, poche apportano benefici al suolo agrario dal punto di vista chimico-fisico, aumentando il tasso di sostanza organica e dei nutrienti. Diversi ricercatori hanno dimostrato che l'applicazione delle OMW su suoli aridi riduce (a corto e lungo termine) il pH del suolo, aumenta la conducibilità elettrica e la dotazione minerale del terreno. A tal riguardo, un ruolo importante riveste l'analisi del suolo per verificarne la compatibilità della somministrazione con le caratteristiche chimiche del terreno stesso.

Lavorazione del suolo e aggiunta di reflui oleari

Mbarek *et al.* (2020) hanno analizzato come la combinazione delle lavorazioni con l'applicazione dei reflui oleari possa influenzare il range delle proprietà funzionali, a lungo termine, del suolo in un agroecosistema nel Sud-

Accenni di storia

BOD5 (Biochemical Oxygen Demand).

È la quantità di O₂ che viene utilizzata in 5 giorni dai microorganismi aerobi (inoculati o già presenti in soluzione da analizzare) per decomporre (ossidare) al buio e alla temperatura di 20 °C le sostanze organiche presenti in un litro d'acqua o di soluzione acquosa..

COD (Chemical Oxygen Demand). Rappresenta la quantità di ossigeno necessaria per la completa ossidazione per via chimica dei composti organici e inorganici presenti in un campione di acqua.

LD50. È la dose di una sostanza, somministrata in una volta sola, in grado di uccidere il 50% (cioè la metà) di una popolazione campione di cavie.

SAR (Soil Sodium Adsorption Ratio). Il rapporto di adsorbimento del sodio è un parametro di qualità dell'acqua di irrigazione utilizzato nella gestione dei suoli affetti da sodio.

ESP (Exchangeable Sodium Percentage).

È la quantità relativa dello ione sodio presente sulla superficie del suolo, espressa come percentuale della capacità di scambio cationico totale.

IC50. È la concentrazione di un inibitore enzimatico (farmaco, tossina o veleno, ecc.) necessaria per inibire il 50% del bersaglio in esame (enzima, cellula, recettore o microorganismo).

Est della Tunisia valutando i cambiamenti dei gruppi funzionali del carbonio organico su suoli coltivati e a maggese per molto tempo (80 anni). Le prove sono state eseguite su 3 campi sperimentali: suolo non lavorato per 80 anni (e quindi colonizzato da vegetazione spontanea nel tempo), suolo coltivato (lavorato per 80 anni ma non ammendato) e infine suolo lavorato e ammendato per 20 anni con reflui oleari.



Dal lavoro è emerso che le lavorazioni convenzionali e l'aggiunta dei reflui oleari per più di 20 anni hanno portato a un cambiamento della fertilità del suolo se comparato al terreno non lavorato per 80 anni. Le lavorazioni senza ammendante per più di 80 anni hanno ridotto i gruppi funzionali del carbonio organico e influenzato la fertilità del suolo.

Aumento del carbonio organico, così come la quantità della sostanza organica, cationi

scambiabili, CSC (capacità di scambio cationico) e il contenuto di umidità erano più alti sia nel terreno incolto sia in quello coltivato con l'aggiunta dell'ammendante.

Inoltre, la sostanza organica, i cationi scambiabili, le strutture alifatiche e aromatiche erano aumentate dopo l'applicazione per 20 anni dei reflui oleari.

Pertanto, la combinazione delle lavorazioni con la somministrazione dei reflui è stata

considerata la migliore per gestire la fertilità del suolo in termini di ripristino di carbonio organico, aumentando la sostenibilità degli agroecosistemi e riducendo problematiche ambientali in climi aridi, che considerando il riscaldamento globale saranno sempre più attuali nel bacino del Mediterraneo.

Dosaggio di OMW e contenuto di sostanza organica e polifenoli

In Chaari *et al.* (2015) sono stati valutati gli effetti al lungo termine nella somministrazione di OMW a diverse dosi (50, 100 e 200 m³/ha). Nei 9 anni di sperimentazione la conducibilità elettrica è aumentata all'aumentare dei volumi, alla profondità variabile da 0 a 20 cm. I valori di SAR (Soil Sodium Adsorption Ratio) e ESP (Exchangeable Sodium Percentage) sono stati sostanzialmente influenzati dalla salinità delle OMW.

La sostanza organica del suolo è aumentata da 0,068% (osservata sul controllo) fino a 0,2%, 0,34 e 0,48% (al variare delle dosi). Il K, P e N sono aumentati gradualmente con le applicazioni delle OMW. Il contenuto di Ca⁺ è diminuito con le somministrazioni delle diverse quantità di OMW.

I polifenoli, come già citato, sono la parte più oggetto di attenzione in questo processo vista l'azione fitotossica e antimicrobica. Il contenuto degli stessi nello studio è stato di 4.200 ppm. Il terreno oggetto di studio aveva una tessitura di tipo sabbioso e la concentrazione nel suolo variava da 2.835 fino a 3.010 ppm in una profondità variabile tra 0-40 cm e 40-80 cm rispettivamente.

Il livello dei polifenoli era molto alto negli strati superficiali per ogni dose ammendante ed è rimasto tale comparato col controllo.

L'applicazione delle OMW tal quali ha aumentato il contenuto di polifenoli negli strati superficiali del suolo in valori superiori a quelli registrati negli strati più profondi.

Tale risultato indica la mobilità dei composti fenolici in terreni con tessitura sabbiosa. Inoltre, la concentrazione dei composti fenolici è



diminuita sostanzialmente con la profondità e il valore non è stato proporzionale al graduale aumento delle dosi di OMW.

Sierra *et al.* (2007) hanno trovato che i polifenoli sono stati rilevati a concentrazioni di 200 ppm, anche alla profondità di 125 cm. La diminuzione di questi ultimi, in relazione alla profondità, potrebbe essere stata causata dalla decomposizione o incorporamento all'interno della frazione umica della sostanza organica presente nel suolo (Sierra *et al.*, 2001; Saadi *et al.*, 2007). Tra l'altro, le risposte biotiche e abiotiche del suolo esercitano una capacità di degradazione sui composti fenolici delle OMW (Kachouri *et al.*, 2005).

Trattamento OMW ed efficienza dei processi ossidativi

In Giordania è stato effettuato un trattamento alle OMW usando l'ossidazione a ultrasuoni (sonolisi), combinata con altri processi ossidativi avanzati come i catalizzatori a UV, H₂O₂ (perossido di idrogeno o acqua ossigenata) e TiO₂ (ossido di titanio).

L'efficienza di questi processi ossidativi è stata valutata basandosi sul cambiamento del



Impiego delle OMW come biopesticidi

Di notevole interesse risulta l'attività delle OMW come biopesticidi. Sono riportati diversi studi sugli effetti antibatterici in funzione di diversi tipi di batteri fitopatogeni.

Yangui *et al.* (2008) hanno descritto la completa inibizione della crescita dell'*Agrobacterium tumefaciens* con una dose di OMW allo 0,5%.

Inoltre, OMW ricche in idrossitirosolo hanno avuto una potente azione battericida contro *Pseudomonas syringae* pv. tomato e *Xanthomonas campestris* (Yangui *et al.*, 2009).

OMW provenienti dal processo di trasformazione di olive da tavola hanno inibito un ampio range di batteri fitopatogeni, come *Erminia amylovora* (Brenes *et al.*, 2011), correlata con la presenza di composti simili alla glutaraldeide o all'idrossitirosolo.

Alcuni studi suggeriscono come l'incorporamento di OMW nel suolo possa essere una valida alternativa ecosostenibile nei confronti di *Verticillium dahliae*, attribuibile sempre all'azione fungicida dei composti come l'idrossitirosolo, il quale induce dei meccanismi di risposta endogena nelle piante (Yangui *et al.*, 2011).

Inoltre, applicazioni di OMW filtrate su frutta od ortaggi hanno inibito la sporulazione di *Botrytis* e *Penicillium* spp. e la crescita del micelio di *Fusarium oxysporum* f.sp. lycopersici, temibile patogeno terricolo (Vagelas *et al.*, 2009).

Estratti a base di idrossitirosolo sono stati segnalati per avere una potente attività fungicida contro fitopatogeni con una concentrazione minima di inibizione in un range compreso tra 7,18 e 57,4 mg/L (Vagelas *et al.*, 2009; Yangui *et al.*, 2010).

Cayuela *et al.* (2008), dopo aver applicato estratti di OMW sterilizzate provenienti da un impianto a due fasi, ha osservato una totale inibizione della germinazione di semi appartenenti a 4 specie di infestanti diffuse nel mondo (*Amaranthus retroflexus*, *Cheno-*

COD. I risultati hanno mostrato che il 59% del COD rimosso è stato raggiunto in 90 minuti con la combinazione ultrasuoni/UV/TiO₂.

È stato osservato un maggiore effetto sinergico sull'efficienza di rimozione del COD con la combinazione US/UV/TiO₂ (sono-fonocatalitico), avendo utilizzato, inoltre, una bassa frequenza di ultrasuoni.

I risultati sono stati comparati, successivamente, con i valori di COD ottenuti usando i singoli processi individualmente.

Sono stati studiati e valutati gli effetti delle differenti condizioni operative, come la potenza degli ultrasuoni, la concentrazione iniziale di COD, la concentrazione di TiO₂, la frequenza degli ultrasuoni, la temperatura sull'efficienza ossidativa e l'aggiunta del carbonato di sodio (come scavenger radicalico) sulla capacità di ossidazione delle OMW.

Nei risultati è emerso che l'ossidazione sono-fonocatalitica è stata influenzata dalla COD iniziale, dalla potenza acustica, temperatura e concentrazione del TiO₂. L'ossidazione sono-fonocatalitica delle OMW è aumentata con l'incremento della potenza ultrasonica, della temperatura e della concentrazione del H₂O₂ (Al-Bsoul *et al.*, 2019).

podium album, Solanum nigrum e Sorghum halepense).

Inoltre, l'incorporamento delle OMW all'interno del suolo in pre-semina ha inibito la crescita delle 4 specie menzionate, alle dosi di 10-20 t/ha, senza indurre effetti negativi alle colture (Boz *et al.*, 2009).

Boz *et al.* (2003) hanno riportato un grande effetto erbicida su infestanti del grano, del mais e del girasole. La riduzione della copertura vegetale delle infestanti è stata del 39% e 62% con 5 e 10 L/m² rispettivamente. Nonostante la riduzione del numero di semi germinanti (12-26%) non sono stati registrati effetti tossici sulle colture in atto.

OMW fonte di biofenoli

Le OMW vengono utilizzate anche come fonte di biofenoli. Il recupero dei fenoli contribuisce significativamente alla sostenibilità del settore dei reflui oleari, riducendo il loro impatto ambientale e promuovendo l'interesse per le applicazioni farmaceutiche e nutraceutiche.

In Tundis *et al.* (2020) le OMW sono state trattate attraverso una combinazione di microfiltrazione, nanofiltrazione e osmosi inversa in un disegno sequenziale per produrre frazioni arricchite di polifenoli che sono stati studiati per il loro profilo chimico usando un UHPLC (cromatografia liquida ad alte prestazioni) e il loro potenziale antiossidante, ipolipidizzante e ipoglicemizzante.

Il retentato dell'osmosi inversa ha mostrato il più alto contenuto di idrossitirosolo, tirosolo, oleuropeina, verbascoside, acido vanillinico e luteolina.

Questa frazione è risultata la più attiva nei test in vitro, ma ha dimostrato anche un'azione scavenging, capace di trasformare i composti dell'ossigeno in molecole prive di reattività e di conseguenza di tossicità antiradicalica con l'acido 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic).

In particolare, è stato trovato un contenuto di idrossitirosolo di 1.522,2 mg/L, circa cinque



volte più alto rispetto a quello ottenuto con la microfiltrazione.

Infine, sempre il retentato dell'osmosi inversa ha inibito l' α -amilasi e l' α -glucosidasi con valori IC₅₀ di 65,3 e 66,2 μ g/mL rispettivamente.

NUOVI USI DEI REFLUI OLEARI

I co-prodotti dell'industria olearia rivestono un ruolo sempre più importante e con scenari nuovi che mirano in toto al loro smaltimento, ma soprattutto a un riutilizzo sicuro che esalti le loro proprietà per nuovi usi.

Thomas Vatrano
Agronomo

Bibliografia

- A. Al-Bsoul, M. Al-Shannag, M. Tawalbeh, A. A. Al-Taani, W. K. Lafi, A. Al-Othman, M. Alsheyab (2019) - Optimal Conditions for Olive Mill Wastewater Treatment using Ultrasound and Advanced Oxidation Processes. Science of the Total Environment. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134576>
- Brenes, M., Garcia, A., De Los Santos, B., Medina, E., Romero, C., De Castro, A., Romero,

F., 2011. Olive glutaraldehyde-like compounds against plant pathogenic bacteria and fungi. *Food Chem.* 125, 1262–1266. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.055>.

• Boz O., Doğan M.N., Albay F. (2003) - Olive processing wastes for weed control. *Weed Res.* 43, 439-443. <http://dx.doi.org/10.1046/j.0043-1737.2003.00360.x>.

• Boz O., Oğüt D., Kır K., Doğan M.N. (2009) - Olive processing waste as a method of weed control for okra, faba bean, and onion. *Weed Technol.* 23, 569-573. <http://dx.doi.org/10.1614/WT-08-126.1>.

• Cayuela M.L., Millner P.D., Meyer S.L.F., Roig A. (2008) - Potential of olive mill waste and compost as biobased pesticides against weeds, fungi, and nematodes. *Sci. Total Environ.* 399, 11-18. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.03.031>.

• Chaari L., Elloumi N., Mseddi S., Gargouri K., Rouina B.B., Mechichi T., Kallel M. (2015) - Changes in Soil Macronutrients after a Long-Term Application of Olive Mill Wastewater. *J. of Agricultural Chemistry and Environment*, 4 1-13. <http://dx.doi.org/10.4236/jacen.2015.41001>

• APAT - Linee guida per l'utilizzazione agronomica delle acque di vegetazione e delle acque reflue da aziende agroalimentari (2007).

• Mbarek H. B., Gargouri K., Mbadra C., Mahmoud I. B., Chaker R., Maktouf S., Abbas O., Baten V., Rigane H. (2020) - Effects of combination of tillage with olive mill wastewater on soil organic carbon groups in arid soils. *Arabian Journal of Geosciences* 13: 255.

• Saadi I., Laor Y., Raviv M. and Medina S. (2007) - Land Spreading of Olive Mill Wastewater: Effects on Soil Microbial Activity and Potential Phytotoxicity. *Chemosphere*, 66, 75-83. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.05.019>

• Sierra J., Marti E., Monserrat G., Cruanas R. and Garou M.A. (2001) - Characterisation and Evolution of a Soil Affected by Olive Mill Wastewater Disposal. *Science of the Total Environment*, 279, 207-214. [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697\(01\)00783-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-9697(01)00783-5)

• Sierra J., Marti E., Garou M. and Cruanas A. (2007) Effects of the Agronomic Use of Olive Oil Mill Wastewater: Field Experiment. *Science of the Total Environment*, 378, 90-94. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2007.01.009>

• Tomati U., 2001. Impatto ambientale ed uso di compost dalle acque reflue di frantoio. In Corso

internazionale di aggiornamento tecnico scientifico: "Gestione dell'acqua e del territorio per un'olivicultura sostenibile". Napoli, 24-28 settembre 2001.

• Tundis R., Conidi C., Loizzo M. R., Sicari V., and Cassano A. 2020. Olive Mill Wastewater Polyphenol-Enriched Fractions by Integrated Membrane Process: A Promising Source of Antioxidant, Hypolipidemic and Hypoglycaemic Compounds. *Antioxidants*, 9, 602; doi:10.3390/antiox9070602

• Vaidya, V., Carota, E., Calonzi, D., Petruccioli, M., D'Annibale, A., 2019. Production of lignin-modifying enzymes by *Trametes ochracea* on high-molecular weight fraction of olive mill wastewater, a byproduct of olive oil biorefinery, *New Biotechnology*, 50, 44–51.

• Vagelas I., Kalorizou H., Papachatzis A., Botu M. (2009) - Bioactivity of olive oil mill wastewater against plant pathogens and postharvest diseases. *Biotechnol. Biotechnol. Equip.* 23, 1217-1219. <http://dx.doi.org/10.1080/13102818.2009.10817641>.

• Yangui T., Rhouma A., Gargouri K., Triki M.A., Bouzid J. (2008) - Efficacy of olive mill wastewater and its derivatives in the suppression of crown gall disease of bitter almond. *Eur. J. Plant Pathol.* 122, 495–504. <http://dx.doi.org/10.1007/s10658-008-9317-y>.

• Yangui T., Dhoubib A., Rhouma A., Sayadi S. (2009) - Potential of hydroxytyrosol-rich composition from olive mill wastewater as a natural disinfectant and its effect on seeds vigour response. *Food Chem.* 117, 1-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.03.069>.

• Yangui T., Sayadi S., Gargoubi A., Dhoubib A. (2010) - Fungicidal effect of hydroxytyrosol-rich preparations from olive mill wastewater against *Verticillium dahliae*. *Crop. Prot.* 29, 1208-1213. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2010.04.016>.

• Yangui, T., Sayadi, S., Chakroun, H., Dhoubib, A., 2011. Effect of hydroxytyrosol-rich preparations on phenolic-linked antioxidant activity of seeds. *Eng. Life Sci.* 11, 511–516. <http://dx.doi.org/10.1002/elsc.201000176>.

• Kachouri, S., Halaoui, S., Lomascolo, A., Asther, M. and Hamdi, M. (2005) Decolourization of Black Oxidized Olive Mill Wastewater by a New Tannase-Producing *Aspergillus flavus* Strain Isolated in Soil. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 21, 1465-1470. <http://dx.doi.org/10.1007/s11274-005-6810-8>

CAPITOLO 4

UTILIZZAZIONE ENERGETICA DEI REFLUI OLEARI



PRETRATTANDO LA SANSA SI OTTIMIZZA LA FILIERA DEL BIOGAS

Potenzialmente disponibili dai 2,5 ai 3 milioni di t annue di sanse che ben si comportano all'interno del digestore anaerobico: da 1 t di sansa denocciolata al 26% circa di sostanza secca, infatti, si possono ottenere circa 70-80 Nm³ di metano

Paolo Mantovi, Claudio Fabbri, Mariangela Soldano

Come ormai noto, le sanse vergini di oliva possono essere utilizzate in modo proficuo per la produzione di biogas. Si tratta di un materiale costituito da parti di polpa, dai noc-

cioli e dalle pellicole della buccia, che essendo ottenuto da un processo di estrazione esclusivamente meccanico non contiene additivi né sostanze chimiche estranee, ma solo composti organici e inorganici naturali.



Prima della sua immissione nel digestore conviene separare il nocciolino, che è un buon combustibile solido, mentre la sansa denocciolata può essere centrifugata per dividere la parte polposa da quella fibrosa, con indubbi vantaggi anche sul fronte della gestione delle acque di vegetazione, ma la convenienza di questo trattamento dipende dalla possibilità di valorizzare la parte fibrosa al di fuori della digestione anaerobica.

Per verificare la possibilità di utilizzo dei diversi materiali ottenibili, il Crpa ha condotto uno studio su un'innovativa linea di lavorazione della sansa vergine umida.

POTENZIALITÀ DEL BIOGAS DA SANSE

I residui del processo di estrazione dell'olio di oliva sono le acque di vegetazione e la sansa vergine umida. La loro produzione è fortemente stagionale e, generalmente, si rende disponibile da ottobre a febbraio, con un picco nel mese di novembre. A seconda del processo di estrazione degli oli vergini di oliva si possono ottenere acque di vegetazione e sanse vergini più o meno umide (processo a tre fasi) oppure solo sanse vergini molto umide (processo a due fasi).

Tipicamente le sanse venivano sfruttate nei sansifici per l'estrazione dell'olio residuo per mezzo di solvente (esano), ma questo tipo di olio ha nel tempo perso mercato a favore di oli di semi di migliore qualità venduti a prezzi più convenienti. Ciò ha portato alla chiusura di molti sansifici e alla necessità di trovare una soluzione allo smaltimento di questo scarto di lavorazione; le possibilità che si stanno sperimentando sono l'utilizzazione delle sanse in ambito mangimistico, la produzione di compost o, appunto, l'impiego nella filiera delle energie rinnovabili.

In Italia la produzione annua di sanse è di 2,5-3 milioni di tonnellate (Unapol, 2010) e il loro utilizzo per la produzione di biogas può creare un nuovo circuito virtuoso ed economicamente valido per un sottoprodotto che nel tempo ha perso valore. Il massimo potenziale metanigeno dell'utilizzo delle sanse a digestione anaerobica in Italia è pari a circa 160-170 milioni di Nm³ di metano all'anno, sufficienti per alimentare cogeneratori per una potenza elettrica equivalente di circa 80 MWe (il 10% circa della potenza elettrica attuale da biogas agro-zootecnico italiano), e consentirebbe di sostituire l'equivalente di almeno 25.000 ha di colture dedicate.



Figura 1 - Rappresentazione schematica dell'impianto di pretrattamento delle sanse vergini di oliva



Foto 1 Centrifuga ad asse orizzontale per la separazione del pat  e della fibra di sansa

FUNZIONAMENTO DEL PRETRATTAMENTO

L'attività di monitoraggio realizzata dal Crpa è stata condotta su una linea di pre-trattamento delle sanse installata presso lo stabilimento dell'Associazione laziale frantoi oleari (Alfo) a Campodimele (Latina). L'impianto, costituito essenzialmente di 3 unità, rappresentate da un denocciolatore, una gramola e un decanter



(centrifuga), è schematizzato in *figura 1*.

Il processo prevede la lavorazione di sanse a due fasi oppure della miscela di acque di vegetazione con sanse a tre fasi, dalla quale si ottengono prima la separazione del nocciolino e poi della parte «polposa» da quella «fibrosa».

Il beneficio più importante per i frantoiani è la risoluzione del problema dello smaltimento di questi reflui, mentre per gli utilizzatori è la disponibilità di 3 distinte frazioni, da destinare a usi diversi e ottimizzati.

Denocciolatore a umido. Il denocciolatore a umido estrae il nocciolino che viene raccolto in cassoni scarrabili (*foto d'apertura dell'articolo*). Questo tipo di denocciolatore consente di ridurre la dimensione delle maglie del vaglio, così da avere una migliore efficienza nella rimozione del nocciolino (si riescono a rimuovere frazioni di nocciolino con dimensioni superiori a 1 mm), e presenta una buona versatilità, consentendo il trattamento di sansa a 2 fasi oppure di sansa a 3 fasi umidificata (sino a un'umidità del 70-75%).

Gramola di miscelazione. La sansa denocciolata viene avviata mediante apposito nastro trasportatore o una pompa in una gramola di miscelazione che serve a mantenere in sospensione la miscela di sansa e acqua e garantisce continuità di alimentazione al decanter che segue. La gramola, qualora riscaldata dall'acqua calda proveniente da cogeneratore di impianto a biogas, agevola la separazione della parte oleosa residua.

Estrattore. La sansa miscelata, ed eventualmente riscaldata, è pompata all'interno di un estrattore centrifugo ad asse orizzontale (*foto 1*) nel quale vengono separati la parte fibrosa della sansa (*foto 2*), contenente anche il nocciolino fine residuo, la polpa che viene denominata paté, e l'olio residuo.

SEPARAZIONE MECCANICA, NON PIÙ CHIMICA

Tale unità impiantistica rappresenta un'innovazione, in quanto differenzia la nuova filiera di trattamento della sansa rispetto a quella dei

sansifici, sfruttando il principio fisico generato dalla rotazione di un tamburo rotante per la separazione dei tre prodotti sopra elencanti; in questo modo non si ricorre più all'utilizzo di solventi chimici, riducendo notevolmente gli impatti ambientali a essi collegati.

MONITORAGGIO DEL PRETRATTAMENTO

I monitoraggi sono stati realizzati nel corso di tre mesi per 5 sessioni di campionamento dei diversi tipi di sanse lungo la linea di trattamento. Le principali caratteristiche chimiche dei materiali lungo la linea di denocciolatura e in uscita dalla centrifugazione sono riportate nelle *tabelle 1 e 2*.

Caratteristiche delle sanse

Dopo la denocciolatura. Sono state avviate al pre-trattamento sanse a due fasi con umidità variabile tra il 67 e il 78% (valore medio 73%). In queste sanse il tenore di ceneri sulla sostanza secca è del 5% circa e le fibre (NDF) rappresentano quasi il 70% della sostanza secca, ma la denocciolatura permette di ridurre quest'ultimo valore a circa il 50%. Nel trattamento esaminato l'efficienza di separazione in peso del nocciolino è risultata generalmente inferiore al 10% e nel nocciolino si è concentrato circa il 20% della sostanza organica della sansa vergine, composta quasi esclusivamente da fibre.

Dopo gramolatura e centrifugazione. I successivi processi di gramolatura e centrifugazione, cui è stata sottoposta la sansa denocciolata, permettono di ridurre ulteriormente il livello delle fibre all'interno del patè, concentrandole nella parte fibrosa. Nella composizione della parte fibrosa separata il tenore di fibra è piuttosto alto (fibra neutro detera, NDF, è circa il 75% della sostanza secca), viceversa nel patè si mantiene la maggior parte della sostanza organica non fibrosa. Nel trattamento esaminato l'efficienza di separazione in peso della parte fibrosa è risultata generalmente vicina al



Foto 2 Parte fibrosa separata per centrifugazione a partire



dalla sansa denocciolata

30% e in questa si è concentrato più del 50% della sostanza organica della sansa denocciolata, composta per circa tre quarti da fibre.

La figura 2 illustra in modo schematico i bilanci di massa e della sostanza organica, per le fasi di denocciolatura e centrifugazione.

POTENZIALE METANIGENO

Per valutarne il potenziale metanigeno (BMP), presso il laboratorio biogas di Crpa Lab (Tecnopolo di Reggio Emilia) sansa denocciolata, paté di sansa e parte fibrosa separata sono state sottoposte a test statico del potenziale biochimico metanigeno (UNI, 2004). I risultati sono riportati in tabella 3.

Le rese in biogas della sansa denocciolata sono risultate decisamente buone, da cui un valore di sostituzione rispetto al silomais, in termini puramente energetici, di 0,73 t di sansa denocciolata tal quale per tonnellata di silomais tal quale «standard» (vedi nota in calce alla tabella 3), mentre la degradabilità della sostanza organica a 35 giorni è risultata di quasi il 60% (grafico 1).

La resa in metano della sansa, di oltre 300 Nm³ per tonnellata di sostanza organica, è risultata decisamente più alta di quella riportata in altre pubblicazioni, pari a circa 200 Nm³ di metano per tonnellata di sostanza organica (Danieli e Aldrovandi, 2011; Rossi et al., 2013). La centrifugazione della sansa denocciolata permette di concentrare nella parte fibrosa la sostanza organica meno degradabile, elevando la degradabilità della sostanza organica residua nel paté sino a valori dell'80% a 35 giorni. In questo modo le rese in metano per unità di sostanza organica avviata a digestione anaerobica come paté sono più elevate di quelle della sansa denocciolata, anche se il valore di sostituzione rispetto al silomais, in termini puramente energetici, risulta penalizzato e pari a 0,64 t/t a causa della elevata umidità residua del paté (circa l'80%).

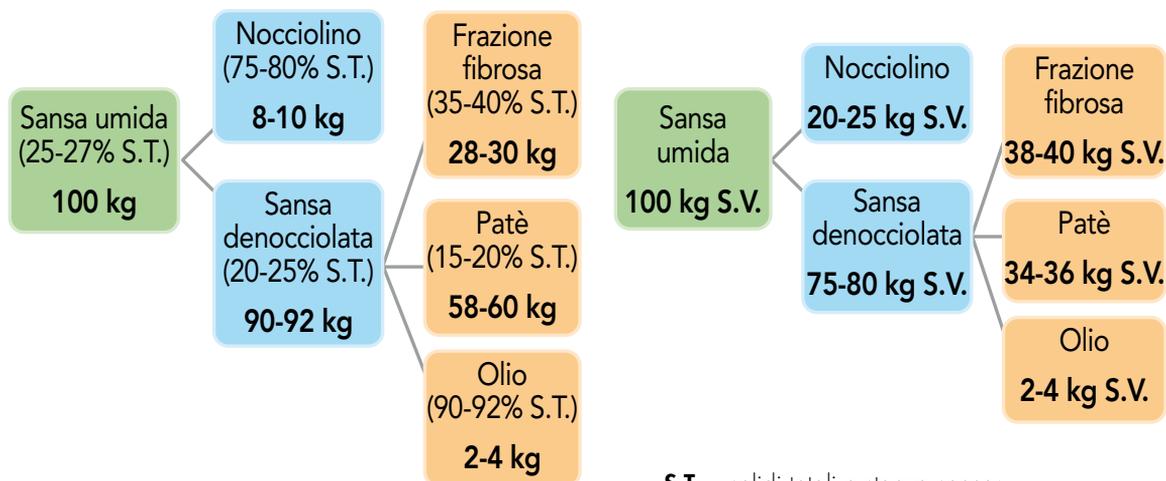
La parte fibrosa separata, stante il suo tenore di sostanza secca più elevato, mantiene un valore di sostituzione rispetto al silomais, in

Tabella 1. Principali caratteristiche dei materiali lungo la linea di denocciolatura (valori medi)

Materiali	In ingresso		In uscita
	Sansa tal quale (2 fasi)	Sansa denocciolata	Nocciolino
Sostanza secca (%)	26,7	22,6	78,6
Sostanza organica (% s.s.)	94,5	93,8	99,4
NDF (*) (% s.s.)	68,8	50,7	99,9
ADF (*) (% s.s.)	57,4	49,3	84,9
ADL (*) (% s.s.)	36,1	36,2	43,4
Grassi e oli greggi (%)	13	17	0,24
Azoto totale (g/kg)	3,15	3,79	1,19

(*) NDF: è la fibra insolubile al detergente neutro, costituita da tutti i componenti della parete cellulare, cioè emicellulose più ADF.
 ADF: è la fibra insolubile al detergente acido, costituita principalmente da cellulosa, lignina e una quantità variabile di silice.
 ADL: è il residuo dell'ADF sottoposto a un attacco acido molto forte, si tratta della lignina, polimero di composti fenolici che fa parte della parete cellulare. La lignina lega fibre e proteine rendendoli indisponibili alla digestione.
 Fonte: Van Soest et al., 1991.298

Le sanses che hanno subito il pre-trattamento in due fasi presentano un tenore in sostanza secca di circa il 70%, la denocciolatura permette di ridurre questo valore al 50%.



S.T. = solidi totali o stanza secca;
S.V. = solidi volatili o sostanza organica.

Figura 2 - Bilancio di massa (peso del tal quale) e dei solidi volatili del processo

Tabella 2. Principali caratteristiche dei materiali in uscita dalla centrifugazione (valori medi)

Materiali	Parte polposa (paté)	Parte fibrosa	Olio e acqua
Sostanza secca (%)	15,2	38,5	91,4
Sostanza organica (% s.s.)	86,1	96,6	99,9
NDF (*) (% s.s.)	32,4	74,5	–
ADF (*) (% s.s.)	29,9	66,6	–
ADL (*) (% s.s.)	27,3	38,6	–
Grassi e oli greggi (%)	18	5,8	–
Azoto totale (g/kg)	3,96	4,05	0,84

(*) NDF: è la fibra insolubile al detergente neutro, costituita da tutti i componenti della parete cellulare, cioè emicellulose più ADF.

ADF: è la fibra insolubile al detergente acido, costituita principalmente da cellulosa, lignina e una quantità variabile di silice.

ADL: è il residuo dell'ADF sottoposto a un attacco acido molto forte, si tratta della lignina, polimero di composti fenolici che fa parte della parete cellulare. La lignina lega fibre e proteine rendendoli indisponibili alla digestione.

Fonte: Van Soest et al., 1991.

Nel paté si concentra la sostanza organica di tipo non fibroso, mentre nella parte fibrosa separata il tenore di fibra rappresenta i 3/4 della sostanza secca.

termini puramente energetici, di 0,54 t/t pur avendo una produzione di metano più bassa rispetto alla sansa denocciolata e al paté, in quanto la degradabilità della sua sostanza organica fatica a raggiungere il 40% a 35 giorni. Considerando i risultati analitici e il potenziale metanigeno, da 1 t di sansa umida al 25-27% di solidi totali è possibile produrre circa 70-80 Nm³ di metano, il 30% di questo deriva dalla frazione fibrosa (20-25 Nm³ di metano), il rimanente 70% dal paté (50-55 Nm³ di metano).

I vantaggi del pretrattamento

Il monitoraggio della linea di pre-trattamento della sansa ha permesso di valutare la denocciolatura come un passaggio fondamentale, che deve precedere l'avvio della sansa vergine ai digestori anaerobici. Ciò al fine di valoriz-

zare il nocciolino di sansa, che essendo ricco di fibre a bassa degradabilità, con un potere calorifico inferiore variabile da 4.000 a 5.000 kcal/kg a seconda dell'umidità residua (analogo ai pellet di legna), rappresenta un'ottima biomassa solida per combustione.

Le successive fasi di gramolatura e centrifugazione della sansa denocciolata possono invece risultare convenienti nel caso in cui anche la parte fibrosa trovi un utilizzo proficuo, ad esempio come combustibile solido. È invece da escludere l'uso di questo materiale ai fini dell'alimentazione animale, per il suo elevato contenuto di lignina e fibra a bassa digeribilità.

La convenienza a utilizzare in digestione anaerobica il paté da sansa piuttosto che la sansa vergine denocciolata è legata sostanzialmente a un'ottimizzazione della filiera nel suo insie-

Tabella 3. Principali risultati dei test statici del potenziale biochimico metanigeno (BMP)

Materiali	Sansa denocciolata	Parte polposa (paté)	Parte fibrosa
Sostanza secca (%)	27,8	19,9	34,5
Sostanza organica (% s.s.)	93,6	82,2	97
BMP - metano (Nm ³ /t t.q.)	81,4	70,6	60,3
BMP - metano (Nm ³ /t s.v.)	312,6	431,6	180,5
Metano nel biogas (%)	64,7	63,9	61,9
SMeq (*) (t/t)	0,73	0,64	0,54

(*) SMeq è la quantità di silomais equivalente per produrre lo stesso biogas, considerando un insilato di mais «standard», con le seguenti caratteristiche: 33% di solidi totali, 4% di ceneri e BMP (potenziale metanigeno) pari a 350 m³ CH₄/t solidi volatili, ovvero 110,9 m³ CH₄/t t.q.
t.q. = tal quale; s.o. = sostanza organica.

La resa in metano per tonnellata di sostanza organica è superiore per il paté ed è inferiore per la parte fibrosa rispetto alla sansa denocciolata.

me, che la rende interessante anche per i frantoi con processo a tre fasi, che riescono così a smaltire le acque di vegetazione, fornendo agli utilizzatori un sottoprodotto (il paté) a elevata degradabilità in digestione anaerobica.

Un'avvertenza di cui tenere conto quando si utilizza la sansa denocciolata è il possibile incremento delle concentrazioni di sostanza secca nei digestori, dovuto alla quota di solidi a bassa degradabilità che, come visto, si concentra nella parte fibrosa della sansa. Per questo è sempre bene utilizzare le sanse in codigestione con un'adeguata aliquota di liquame zootecnico, che svolge la funzione di diluizione, contenimento delle concentrazioni di polifenoli ed equilibratore della flora batterica, abbinata a un corretto periodo di adattamento batterico. In tal modo si possono raggiungere carichi organici da sansa anche del 50% senza particolari problemi di conduzione del processo biologico (Rossi et al., 2013).

L'utilizzo del paté di sansa, a più elevato con-

tenuto di umidità e di sostanza organica degradabile, scongiura da sé il rischio di veder crescere oltre misura le concentrazioni di sostanza secca nei digestori, anche negli impianti a insilati.

**Paolo Mantovi, Claudio Fabbri,
Mariangela Soldano**

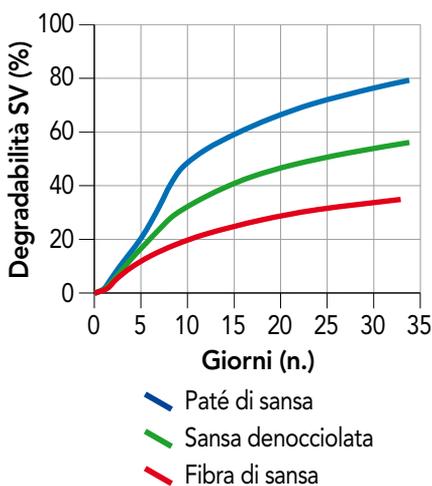
*Crpa - Centro ricerche produzioni animali
Reggio Emilia*

Si ringraziano Paolo Di Fonzo, presidente dell'Associazione Laziale Frantoi Oleari (Alfo) - Filiera Olivoleica di Velletri (Roma) e la società agricola Agri Power Plus di Latina.

Bibliografia

- Danieli L., Aldrovandi A. (2011) - Sostituire le colture energetiche con le biomasse ad hoc. Supplemento Energia rinnovabile a L'Informatore Agrario, 38: 25-30.
- Rossi L., Soldano M., Piccinini S. (2013) - Biogas da sanse e pastazzo d'agrumi: risultati di un test in continuo in impianto sperimentale. Eco-

Grafico 1. Andamento della degradabilità della sostanza organica per diversi materiali ottenibili dalla sansa vergine di oliva



S.V. = solidi volatili.

La sansa denocciolata ha mostrato una degradabilità della sostanza organica a 35 giorni di quasi il 60%.

mondo 2013, Atti dei convegni aperti a call for papers a cura di Fabio fava. Maggioli Editore: 234-240.

- Unapol – Unione Nazionale Associazioni Produttori Olivicoli (2010) - Verifica e piano di fattibilità per la realizzazione di una filiera agro energetica attraverso il recupero delle sansi. Report fase 1.1. Il mercato italiano delle sansi olearie.
- UNI (2004). Norma UNIEN ISO 11734:2004

- Qualità dell'acqua. Valutazione della biodegradabilità anaerobica ultima di composti organici in fanghi digeriti. Metodo per la misurazione della produzione di biogas.

- Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A. (1991) - Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non-polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.



POTENZIALITÀ DEI BIOCOMBUSTIBILI «MEDITERRANEI»

Per nocciolino di oliva e residui di frutta a guscio le analisi mostrano valori paragonabili a quelli del pellet di legno vergine; l'elevato contenuto di azoto e ceneri delle potature di olivo e vite rende più complicata la loro valorizzazione energetica

Diego Rossi

Per biocombustibili solidi «non convenzionali» o «mediterranei» si intendono sottoprodotti derivanti dalle attività agricole valorizzabili energeticamente, con particolare riferimento

a nocciolino di oliva, gusci di frutta secca e potature di vite e olivo. Tali biocombustibili sono oggetto di studio in Biomassud plus, un progetto Horizon 2020 (Programma quadro europeo per la ricerca e l'innovazione) che



coinvolge i Paesi dell'area mediterranea, allo scopo di caratterizzarli e di sviluppare un mercato sostenibile, finalizzato in particolare al segmento residenziale.

QUANTITÀ DISPONIBILI

Pur essendo un mercato di nicchia, per i biocombustibili mediterranei i valori in gioco sono tutt'altro che trascurabili. Secondo le ultime stime, infatti, i volumi in-

teressati riguarderebbero l'utilizzo di oltre 260.000 t s.s./anno (tabella 1), che corrispondono a circa 91.000 tep (tonnellate equivalenti di petrolio).

Il dato più interessante tuttavia riguarda il potenziale di questi biocombustibili, che stimato per difetto, vista la difficoltà nel raccogliere i dati per questa tipologia di prodotti, ammonterebbe a oltre 5.000.000 t s.s./anno, corrispondenti a circa 1.400.000 tep.

Attualmente, quindi, lo sfruttamento docu-

mentato di questi biocombustibili si limita al 5% del totale: biomassa che viene attualmente prodotta, dalle operazioni di potatura in particolare, e non viene sfruttata o comunque non commercializzata. Questo dato acquisisce ancor più valore se si considera che questi biocombustibili sono residui, pertanto non generano impatto ulteriore in fase di produzione e non comportano una competizione con colture food.

MERCATO DA SVILUPPARE

Attualmente la commercializzazione di questi biocombustibili si limita esclusivamente agli areali di diffusione delle relative colture. I motivi del mancato sviluppo di questo mercato sono molteplici e diversificati in base alla materia prima, ma le principali cause sono identificabili nella bassa remuneratività e nella scarsa valorizzazione del prodotto: un utilizzo marginale non ha permesso la diffusione di tecnologie specifiche per la combustione che valorizzassero appieno le caratteristiche del combustibile; viceversa, la mancata diffusione di tecnologie specifiche è stato un fattore limitante per lo sviluppo del mercato.

In questo contesto una caratterizzazione di questi biocombustibili risulta indispensabile per poter stimolare lo sviluppo di tecnologie specifiche, la valorizzazione del prodotto attraverso la certificazione e quindi una comunicazione più trasparente delle caratteristiche al consumatore finale.

CARATTERISTICHE DEI BIOCOMBUSTIBILI ANALIZZATI

Proprio con lo scopo di facilitare lo sviluppo di un mercato sostenibile e trasparente, nell'ambito del progetto Biomass plus sono stati analizzati oltre 300 campioni provenienti da 7 Paesi UE (Italia, Spagna, Portogallo, Slovenia, Croazia, Grecia e Turchia). La caratterizzazione ha interessato 8 diverse tipologie di biocombustibili solidi, le più promettenti a



livello europeo: potature di olivo e vite; nocciolino di oliva; gusci di nocciole, mandorle, noci, pistacchi e pinoli (tabella 2). Presentiamo di seguito alcuni risultati di queste analisi.

Contenuto idrico

Per questo parametro è necessario premettere che i risultati sono fortemente dipendenti dalla modalità di campionamento e dalle condizioni ambientali, che hanno determinato un'ampia variabilità, particolarmente nelle potature di vite e olivo. Tuttavia, i dati mostrano valori interessanti per i gusci di frutta secca che, subendo un trattamento di essiccazione in fase di produzione, risultano disponibili a umidità ottimali per la combustione



Tabella 1. Disponibilità di biocombustibili solidi non convenzionali

Biocombustibili	Quantità (t s.s./anno)	
	utilizzata	potenziale
Cippato agricolo	90.000	4.900.000
Gusci di nocciole	87.418	116.557
Nocciolino di oliva	85.000	n.d.
Totale	262.418	5.016.557

s.s. = sostanza secca; n.d. = non disponibile.
Fonte: Aiel, 2017.

Il potenziale inutilizzato, stimato per difetto, è di circa 5.000.000 t s.s./anno.

senza ulteriori trattamenti, a condizione di adottare le migliori pratiche per la logistica.

Contenuto di ceneri

È uno dei principali fattori limitanti per l'applicazione al segmento del riscaldamento domestico. I risultati rivelano livelli qualitativi interessanti (possibile il confronto con pellet e cippato di qualità A1) per i gusci e il nocciolino di oliva con ridotta variabilità nel primo caso, mentre per il nocciolino si è potuta osservare una forte variabilità imputabile principalmente ai sistemi di separazione, spesso meno raffinati nei piccoli frantoi. Il problema della adeguata separazione della polpa dal nocciolino è particolarmente evidente per i

campioni italiani, che pur esibendo contenuto in ceneri nella media (1,2%), presentavano un contenuto in olio del 2,5%, secondo solo ai valori della Turchia. Per la produzione di un combustibile di qualità a partire dal nocciolino di oliva, i frantoi artigianali presenti in Italia dovrebbero quindi essere supportati da sansifici di grandi dimensioni, che possano valorizzare sia la polpa per il settore mangimistico sia il nocciolino a fini energetici.

Il valore particolarmente elevato delle potature era atteso, dati i risultati ottenuti in studi precedenti. Mentre la netta discrepanza tra il valore riscontrato nelle potature di olivo rispetto a quello delle potature di vite dipende fortemente dalla presenza di foglie nella maggior parte dei campioni delle prime.

Potere calorifico inferiore

Quasi tutti i biocombustibili analizzati mostrano un potere calorifico inferiore (PCI), calcolato sulla biomassa tal quale, che non supera lo standard minimo stabilito dalla norma ISO 17225-2 per il pellet destinato alla combustione; questo si osserva anche calcolando il PCI su un campione ipotetico con 10% di umidità (le biomasse analizzate hanno

Tabella 2. Valori medi riscontrati per i biocombustibili analizzati

Biocombustibili	Contenuto idrico (% t.q.)	Ceneri (% s.s.)	PCI (MJ/kg t.q.)	Azoto (% s.s.)
Potature di olivo	26.76	4.25	12.93	0.93
Potature di vite	36.27	3.42	10.38	0.74
Nocciolino di oliva	14.81	1.24	15.80	0.32
Gusci di nocciole	13.58	1.22	16.39	0.28
Gusci di mandorle	10.98	1.63	16.05	0.36
Gusci di noci	10.18	1.25	17.29	0.45
Gusci di pistacchi	11.34	0.66	17.76	0.27
Gusci di pinoli	12.87	1.60	16.55	0.26
Cippato A1 (ISO 17225-4) (¹)	25.00	1.00	13.27 (²)	
Pellet A1 (ISO 17225-2) (¹)	10.00	0.70	16.5	0.30

(¹) I valori indicati si riferiscono ai limiti stabiliti dalla normativa ISO indicata per le rispettive classi A1.

(²) Valore di riferimento per cippato con un contenuto idrico del 25%.

s.s. = sostanza secca; PCI = Potere calorifico inferiore; t.q. = tal quale.

Fonti: CBE, CERTH, CIEMAT, BIOS (enti partecipanti al progetto Biomassud plus).

Per nocciolino di oliva e gusci di frutta secca il contenuto idrico, di ceneri e di azoto è risultato paragonabile a quello di pellet e cippato di legno vergine.

un contenuto idrico maggiore, quello riportato in tabella 2). Il dato risulta significativo per la pellettizzazione, che riguarda solo le potature di vite e olivo (per le altre biomasse considerate non si ricorre a pellettizzazione). Nel caso vengano stabiliti standard specifici per pellet di vite e olivo sarà quindi necessario valutare una riduzione degli standard sul PCI.

Azoto

Le potature di vite mostrano valori importanti anche per quanto riguarda il contenuto di azoto, con una variabilità che può essere imputata alle diverse tecniche di coltivazione (tipologia di potatura, epoca di potatura, tipologia e dosaggio di concimazione, ecc.), mentre nel caso specifico delle potature di olivo, il valore è principalmente influenzato dalla presenza di foglie in buona parte dei campioni analizzati.

OPPORTUNITÀ E CRITICITÀ

I risultati della caratterizzazione dei biocombustibili mostrano un'elevata omogeneità dei gusci per le principali caratteristiche, fatta eccezione per il potere calorifico, che presenta variazioni dovute anche al contenuto in olio che varia a seconda della presenza di residui del frutto tra i gusci. Alcuni campioni, sia di gusci sia di nocciolino (nel caso di adeguata separazione della polpa), mostrano valori molto interessanti, spesso paragonabili a quelle del pellet di legno vergine, quindi assolutamente adatti al segmento del riscaldamento domestico.

Per le potature, che in Italia rappresentano il biocombustibile mediterraneo più promettente in termini di biomassa prodotta, le criticità riguardano l'eventuale utilizzo in forma pellettizzata in apparecchi domestici e l'eleva-



to contenuto in azoto con conseguenti attese emissioni di NOx (ossidi di azoto) durante la loro combustione.

Su questo frangente le tecnologie e la tecnica di combustione possono agire solo marginalmente. Pertanto, emissioni di NOx superiori ai biocombustibili tradizionali dovranno essere considerate per poter valorizzare un prodotto che d'altro canto comporta bassissime emissioni in fase di produzione. Diversamente, sarà necessario agire sulla materia prima in entrata, miscelandola con legno vergine.

La tecnologia di combustione può avere invece un ruolo attivo nella risoluzione del problema delle ceneri, sia per la gestione di quelle pesanti sia per la riduzione di quelle volatili emesse.

È prevedibile che la valorizzazione di residui comporti delle criticità: il processo produttivo non è rivolto alla produzione del residuo e

non presenta quindi accorgimenti destinati a migliorarne le qualità; tuttavia deve essere valutata la riduzione delle emissioni che comporta l'uso di biocombustibili rinnovabili prodotti sul territorio. Inoltre, essendo la produzione di queste biomasse imprescindibile da quella dei prodotti principali (olio di oliva, vino, nocciole, ecc.), è opportuno svilupparne un mercato sostenibile.

La caratterizzazione, i test di combustione e lo sviluppo di un sistema di certificazione dedicato a questi residui, sviluppati nell'ambito del progetto Biomassud plus, potranno essere un interessante punto di partenza per lo sviluppo di un mercato internazionale e di politiche energetiche consapevoli dell'importanza di questi biocombustibili.

Diego Rossi

Aiel - Associazione italiana energie agroforestali



La sede della Fattoria Garrafa a Montalto Uffugo (CS)

FATTORIA GARRAFA: DAI SOTTOPRODOTTI ALL'ENERGIA

Grazie all'utilizzo razionale dei sottoprodotti, la Fattoria Garrafa produce un totale annuo di oltre 760mila kW/h, cioè il fabbisogno energetico di circa 20 famiglie

Ghita Garrafa

Il tema della valorizzazione dei sottoprodotti della filiera agroalimentare assume importante rilievo nel sistema agricolo e zootecnico, potendo incidere in modo diretto sulla per-

formance produttiva delle imprese e costituire, conseguentemente, una significativa fonte di reddito.

Nelle righe che seguono, da imprenditrice del settore offrirò una testimonianza delle oppor-



L'azienda conta circa 900 bovini, di cui 400 in lattazione, allocati in stalle completamente meccanizzate su una superficie di circa 80 ettari

tunità connesse ad un razionale impiego dei sottoprodotti agroalimentari, per come valorizzati nell'Azienda che ho l'onore di guidare, con specifico riferimento alla produzione di energia elettrica attraverso l'utilizzo degli scarti del ciclo produttivo.

L' Azienda Agricola «Fattoria Garrafa», con sede a Montalto Uffugo (CS) si occupa, da oltre 30 anni, dell'allevamento di bovini, razza frisona, per la produzione di latte alta qualità, distribuito nel circuito Granarolo, nell'ambito della filiera Asso.La.C – Associazione Latte Calabresi.

Si tratta di una realtà produttiva di grosse dimensioni - con una consistenza di circa 900 capi, di cui 400 in lattazione, allocati in stalle completamente meccanizzate su una superficie di circa 80 ettari – tradizionalmente caratterizzata da un vivace dinamismo imprenditoriale e da una particolare attenzione ai cambiamenti del mondo esterno.

In tale direzione, l'Azienda ha creato al suo interno una fattoria didattica con l'obiettivo

di creare sinergie con le istituzioni scolastiche per promuovere la cultura agroambientale ma, soprattutto, ha sviluppato iniziative nel settore della produzione di biogas, di cui è divenuta un'azienda pilota.

Nel 2005, l'attività aziendale è stata implementata con un progetto all'avanguardia per la produzione di energia rinnovabile, attraverso l'idea di valorizzare un sottoprodotto aziendale come il letame, che da sempre costituiva un problema ed un costo per l'impresa, ad iniziare dalla presenza di cattivo odore e di parassiti.

Si è così deciso di procedere ad un importante investimento per la realizzazione di un impianto di produzione di energia, che definiamo «digestore», della capienza di circa 3 mila metri cubi, all'interno del quale - mediante un sistema meccanico di canaline di scarico collegate alle stalle - confluisce il letame prodotto nell'allevamento, in modo totalmente automatizzato.

All'interno del digestore si attiva un processo



Nel 2005 è partito il progetto per la produzione di energia rinnovabile attraverso la valorizzazione del letame

biologico di fermentazione anaerobica, che - in assenza di ossigeno - determina la trasformazione della sostanza organica in biogas e successivamente in gas metano.

La percentuale di metano nel biogas varia a secondo del tipo di sostanza organica e dalle condizioni del processo, va da un minimo del 50% ad un massimo dell'80%, con possibilità di scelta delle variabili del processo, al fine di realizzare la massima resa di depurazione o la massima resa di prodotti energetici.

La combustione del metano - attraverso un motore ed una cabina elettrica collegati all'impianto - assicura la produzione di energia, che viene immessa in rete.

L'Azienda Agricola Fattoria Garrafa produce, a regime ed in un processo continuo, circa 100 kw ogni ora, per un totale annuo di oltre 760mila kw/h, corrispondenti ad un volume capace di soddisfare il fabbisogno energetico di circa 20 famiglie.

L'energia prodotta, in tal modo, garantisce l'autosufficienza dell'azienda e la possibilità

di cedere certificati verdi all'Enel, unico compratore di energia verde autorizzato in Italia.

Il tema della valorizzazione dei sottoprodotti della filiera agroalimentare, inoltre, assume ulteriori profili di interesse, in quanto il «digestore» permette l'immissione di altri scarti di tipo organico, offrendo in tal modo la possibilità di un razionale smaltimento dei rifiuti umidi, che potrebbe alimentare un processo di trasformazione e riciclo a fini di produzione energetica a beneficio delle istituzioni territoriali, che potrebbero valersi di tali metodologie per dare vita a circuiti virtuosi di raccolta differenziata per le famiglie, che potrebbero fruire anche dell'abbattimento di costi ed aliquote.

L'esperienza e la testimonianza della Fattoria Garrafa, in conclusione, avvalorano la tesi di chi sostiene che bisogna mettere un po' da parte le definizioni di «rifiuti», «sottoprodotti» o «scarti», sostituendoli idealmente con la parola «risorse», rilanciando i concetti di bioeconomia ed economia circolare in agricoltura,



L'Azienda ha creato al suo interno una fattoria didattica con l'obiettivo di creare sinergie con le istituzioni scolastiche per promuovere la cultura agroambientale

con l'obiettivo di avere produzioni alimentari più sostenibili e di diversificare il reddito dell'imprenditore agricolo.

L'incentivazione di queste pratiche è peraltro un obiettivo di cui la Comunità Europea ha compreso le potenzialità, per perseguire una maggiore sostenibilità ambientale dei cicli produttivi, con l'opportunità di creare posti di lavoro e di ridurre il consumo di combustibili fossili.

Secondo una recente ricerca, già oggi la bioeconomia genera il 4,2% del Pil comunitario, ma affinché perché si sviluppi ulteriormente occorre investire in ricerca, per offrire agli operatori soluzioni che contemperino il tema dell'ambiente con le esigenze produttive delle imprese agricole.

Nel caso della mia Azienda, l'elemento in grado di dare sostanza al concetto di bioeconomia è stato il letame, un po' come accadde oltre un millennio fa, quando i monaci cistercensi rilanciarono l'allevamento dei bovini, non tanto ai fini della produzione del latte e

del lavoro nei campi, quanto ai fini della produzione di concime per la coltivazione del grano.

E fra tradizione ed innovazione, i sottoprodotti della filiera agroalimentare rappresentano, oggi come allora, una risorsa per l'ambiente e per la comunità.

Ghita Garrafa

*Imprenditrice agricola,
titolare Az. Agr. «Fattoria Garrafa»*

UTILIZZAZIONE DEI REFLUI OLEARI NELL'ALIMENTAZIONE ZOOTECNICA



FORMULAZIONI MANGIMISTICHE INNOVATIVE

Acque di vegetazione e sansa possono rientrare, con diversi vantaggi, nella formulazione di mangimi composti destinati a bovini e pecore da latte

Graziano Di Filippo, Salvatore Claps, Lucia Sepe

In Europa è sempre più viva la sensibilità verso mangimi con il minore contenuto possibile di sostanze di origine artificiale/chimica. A causa del fenomeno dell'antibiotico-resi-

stenza, si promuove l'utilizzo di mangimi «funzionali», contenenti sostanze di origine naturale (estratti vegetali) in sostituzione degli antibiotici di sintesi, e tali da favorire il benessere animale e la salubrità dei prodotti



alimentari derivati. Pertanto, il trend a livello europeo, e quindi nazionale, vede:

- aumento dell'impiego di molecole bioattive;
- aumento degli integratori di origine naturale;
- riduzione composti chimici di sintesi;
- riduzione antibiotici.

Il mercato presenta una notevole varietà di prodotti arricchiti in vitamine, acidi grassi essenziali, ma nessuno arricchito in fenoli, dall'elevato potere antiossidante, e non solo. Su questa linea si inserisce il progetto di ricerca SANSINUTRIFEED «Produzione di man-

gimi a valenza nutraceutica attraverso l'uso di sottoprodotti dell'industria olearia con studio degli effetti sul benessere animale e la qualità funzionale di latte e formaggi», D.M. MiSE 1 giugno 2016 «Horizon 2020 - PON 2014/2020».

I sottoprodotti dell'industria olearia rappresentano una fonte di fenoli (e non solo) di origine naturale facilmente reperibile: la sansa denocciolata di olive, attualmente sottoutilizzata per il suo effettivo valore, e l'acqua di vegetazione, un sottoprodotto altamente inquinante.



Polverino di sansa vergine denocciolata

Nella filiera olearia, gran parte dell'olio di oliva è estratto con un processo di centrifugazione utilizzando decanter a tre e, più recentemente, due fasi. I sottoprodotti che ne derivano sono acque di vegetazione e sansa per il processo a tre fasi, e sansa umida (detta anche *paté*) per quello a due fasi.

Il loro impiego può essere indicato tanto nella formulazione di mangimi completi destinati ad animali monogastrici (conigli, polli, ovaiole, suini), quanto in quella di mangimi complementari destinati ai ruminanti, quali bovini e pecore da latte, oggetto, appunto, di questo progetto.

La dose d'inclusione è funzione della concentrazione di Polifenoli Attivi (biodisponibilità) e in particolare di Idrossitirosolo, presenti nell'estratto.

Per valutare la fattibilità dell'utilizzo di queste materie prime nella produzione di mangimi innovativi ricchi in molecole bioattive, occorre verificare alcuni aspetti che, almeno potenzialmente, ne possono limitare l'uso. Anzitutto l'elevato contenuto di acqua delle sansi (circa il 50% per le sansi che residuano dal processo di estrazione a tre fasi e circa il 70%

per quelle che derivano da quello a due fasi). Per prevedere l'utilizzo delle sansi in ambito mangimistico, occorre quindi disidratare le sansi umide. Al fine di evitare la perdita della componente polifenolica è necessario che la temperatura sia controllata.

Da un punto di vista mangimistico, ci si è posti i seguenti obiettivi:

- Individuazione del miglior processo di trattamento delle sansi da destinarsi ad uso zootecnico e messa a punto di un processo di estrazione dei fenoli.

- Messa a punto di impiantistica resa idonea alla gestione delle nuove materie prime e produzione di mangimi «funzionali», nonché di formule mangimistiche innovative a base di sansi essiccate, estratti fenolici.

- Realizzazione degli impianti e relativa produzione dei nuovi mangimi.

Lo studio di fattibilità dell'inclusione delle sansi e degli estratti in mangimi per bovini e ovini da latte prevede una preliminare valutazione del valore nutritivo dell'ingrediente (analisi chimica), che comprende i classici parametri da cartellino: umidità (12% è il limite massimo di ricevitibilità da parte dello stabili-



Polverino ottenuto mediante spray dryer dalle acque di vegetazione di un frantoio a 2 fasi e mezza

mento mangimistico); proteina grezza; grassi grezzi; cellulosa grezza; frazioni fibrose (NDF, ADF, ADL); acidità; perossidi; tenore energetico espresso in UFL-UFC. Come molecole bioattive, il contenuto di polifenoli.

Per la prima materia prima (sanse vergini denocciolate) è stato utilizzato il polverino di sansa vergine denocciata prodotta dal Sanificio S.O.D. di Tarsia (CS).

Il tenore di polifenoli totali analizzato nel 2017 è risultato pari a 11.310 mg/kg (1,13%) con un contenuto di Idrossitirosolo pari a 880 mg/kg. Dalle analisi della sansa, è risultato il profilo qualitativo riportato in *tabella 1*.

Nelle annate successive, sono state valutate le sanse per i medesimi parametri, ed è emersa una elevata variabilità del contenuto in polifenoli fra le campagne olearie, e fra periodi della stessa campagna, passando da 11.310 mg/kg di polifenoli totali del 16 aprile 2018 ai 5400 mg/kg dell'11 luglio 2019, con un minimo a gennaio 2019.

Un altro aspetto considerato, molto importante ai fini salutistici per gli animali e per il consumatore, è il contenuto in residui e aflatoxine.

Sono state analizzate per il contenuto in Micotossine (Zearalenone, Ocratossina, DON, Fumonisine), Carica Batterica Totale, Salmonelle e Diossine (*tabella 1*). I risultati hanno mostrato valori medi nella norma e tali da non presentare elementi di tossicità.

È stata valutata la stabilità del contenuto in polifenoli e perossidi durante lo stoccaggio della materia prima.

Dal mese di marzo a luglio, in condizioni di temperatura e umidità controllate, il contenuto in polifenoli (5.600-5.640 mg/kg) e perossidi (10,10-12,80 mg/kg) ha mostrato una buona stabilità, con variazioni non significative (*grafico 1*).

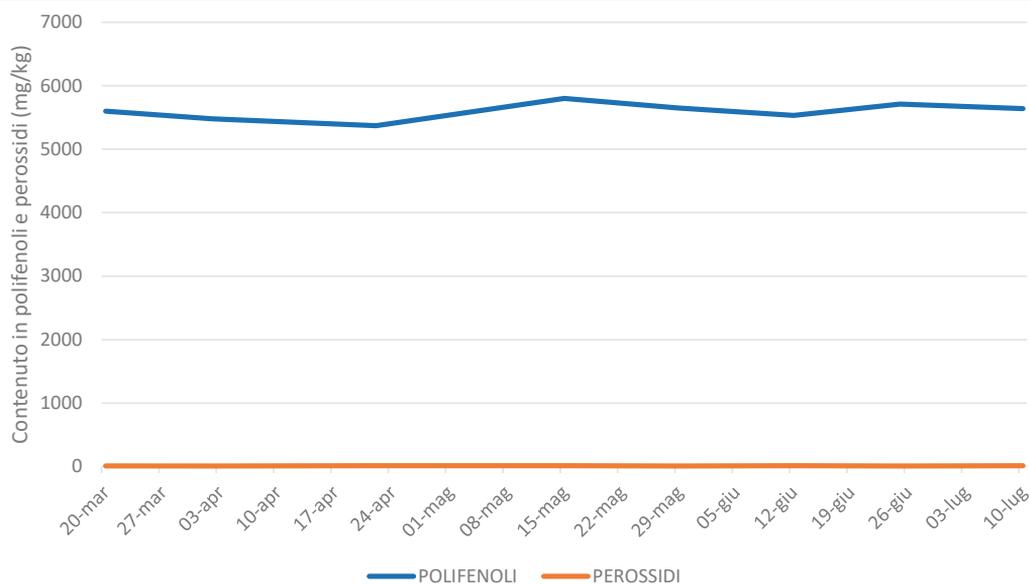
Il processo di inclusione, oltre che del contenuto di idrossitirosolo nell'estratto, deve tener conto anche del grado di conservazione di tutti i principi attivi in esso contenuto dopo:

- l'intero processo produttivo, con particolare riferimento alle delicate fasi della pellettatura e soprattutto del raffreddamento rapido ed efficace del mangime trattato idro-termicamente e pressato in trafilata;
- la conservazione, in condizioni ottimali, durante l'intero periodo di validità commer-

Tabella 1. Contenuti medi percentuali dei parametri nutrizionali e contenuto di altre componenti, indesiderate del polverino di sansa (16-4-2018)

Parametro (% s.t.q.)	Media ± d.s.
Umidità	11,20 ± 0,25
Proteina grezza	7,55 ± 0,23
Prot. digeribili	0,87 ± 0,15
N NH3	0
Grassi tot.	13,61 ± 0,32
Fibra tot.	27,59 ± 0,37
NDF	54,00 ± 0,70
ADF	36,00 ± 0,96
ADL	13,00 ± 0,61
Ceneri	6,59 ± 0,32
Amido	1,08 ± 0,21
Silice	1,58 ± 0,17
Perossidi	10,20 ± 0,85
Altre	Media
Micotossine (ppb)	0,2
Zearalenone	Assente
Ocratossina (ppm)	0,07
DON (ppb)	40
Fumonisine	Assenti
CBT (ufc)	1.500
Salmonelle	Assenti
Diossine	Assenti

Grafico 1. Contenuto medio di polifenoli totali e perossidi durante lo stoccaggio (mg/kg)



ciale.

Pertanto, sono stati studiati i parametri del processo al fine di assicurare un adeguato stoccaggio dell'ingrediente in apposito silo e garantire la conservazione, scongiurando il rischio di alterazioni batteriche e/o chimiche; assicurare adeguate condizioni di lavorazione del mangime contenente la sansa disidratata e il polverino, affinché durante le fasi di pellettatura e, soprattutto, di raffreddamento/disidratazione non venissero degradate le componenti attive.

Sono stati definiti, quindi, dei precisi parametri per il processo di pellettatura e successivo raffreddamento del mangime innovativo.

Per le prove, sono stati considerati i seguenti parametri:

- umidità del pellet dopo raffreddamento;
- durabilità del pellet con durabilimetro;
- PDI (Indice di durezza del pellet);
- polverosità (% di polvere residua);
- carica batterica totale dei mangimi in pellet.

Sono state effettuate tre prove di pellettatura, modificando i parametri di Temperatura del vapore (T), percentuale di apertura della valvola del vapore (V), e Potenza assorbita (P).

I test hanno premesso di individuare i valori di T, V e P ottimali successivamente applicati per la produzione dei lotti pilota. Sulla base dei valori emersi, con valori di polifenoli inferiori a quelli attesi, è stato testato un solo tasso di inclusione con aggiunta di sansa al 6%. La composizione completa del mangime dei lotti pilota per vacche e ovini è riportata nel riquadro «Composizione completa del mangime». Per lo studio dell'inclusione della seconda materia prima (polverino da acque di vegetazione) è stato prodotto il polverino per mezzo del processo di spray dryer dell'acqua di vegetazione.

Dall'analisi qualitativa del polverino, è emerso un profilo molto ricco in molecole bioattive (34 composti), per un totale di 11.676 mg/kg di biofenoli totali, espressi in idrossitirosolo,

Composizione completa del mangime

MIX SANSINUTRIFEED CUB INT224

MANGIME COMPLEMENTARE PER VACCHE ED OVINI "PROGETTO DI RICERCA SANSINUTRIFEED"

Componenti analitici: Proteina grezza 19,00%, Grassi grezzi 4,00%, Fibra grezza 7,20%, Ceneri grezze 6,70%, Sodio 0,30%.

Composizione: Granturco(Y°), Farinaccio di frumento, Mangimi a base di farina di semi di soia decorticati (Y*), Farina di semi di girasole decorticati, Granoturco fiocchi (Y*), Crusca di frumento, Sansa di olive (6,00%), Polpa di barbabietola da zucchero essiccata, Carbonato di calcio macinato, Cloruro di sodio, Sali di calcio di acidi grassi di palma, Ossido di magnesio, Fosfato dicalcio. (Y°) Prodotto da granturco geneticamente modificato, (Y*) Prodotto da soia geneticamente modificata.

Additivi per kg:

Additivi nutrizionali Vitamine: Vitamina A (3a672a) UI 30000, Vitamina D3 (3a671) UI 4000, Vitamina E (3a700) mg 45,00.

Oligoelementi: Iodio (3b203) mg 2,00 (Iodato di calcio anidro in granuli riv), Manganese (3b502) mg 100,00 (Ossido di manganese (II), Selenio (3b802) mg 0,30 (Selenito di sodio in granuli rivestiti), Zinco (3b603) mg 100,00 (Ossido di zinco)... ..(continua)

di cui 10.808 di biofenoli caratterizzati. Sono state testate due percentuali di inclusione di polverino da acque di vegetazione nei mangimi per vacche e pecore da latte:

■ 0,1% di estratto fenolico al 10% di concentrazione di componenti fenolici attivi;

■ 0,2% di estratto fenolico al 10% di concentrazione di componenti fenolici attivi.

Ad oggi, i risultati delle prove di alimentazione effettuate su ovini e bovini in lattazione hanno portato alla formulazione di due mangimi pilota innovativi, differenziati per la percentuale di inclusione. Nel riquadro «Dettaglio dell'etichetta» si riporta il dettaglio dell'etichetta realizzata per la produzione di aprile 2021.

L'altra etichetta si differenzia per la diversa percentuale di inclusione (acqua di vegetazione olivo estratto secco 0,2%). Nell'ottica di valorizzazione di prodotti di scarto della filiera olearia, ma ancora ricchi in molecole bioattive, l'inclusione di sansa vergine denocciolata e disidratata e del polverino di acque di vege-



Dettaglio dell'etichetta realizzata per la produzione di aprile 2021

MIX SANSINUTRIFEED OVINI INT009

MANGIME COMPLEMENTARE PER OVINI "PROGETTO DI RICERCA SANSINUTRIFEED"

Concentrazione 0,1%

Componenti analitici: Proteina grezza 16,50%, Grassi grezzi 3,50%, Fibra grezza 6,50%, Ceneri grezze 6,50%, Sodio 0,40%.

Composizione: Granturco(Y°), Crusca di frumento, Mangimi a base di farina di semi di soia decorticati(Y*), Farina glutinata di granturco, Trebbie essiccate e solubili di distilleria di granturco, Farina di semi di girasole decorticati, Orzo, Melasso di canna da zucchero, Polpa di barbabietola da zucchero essiccata, Carbonato di calcio macinato, Acqua di vegetazione olivo estratto secco, Cloruro di sodio, Bicarbonato di sodio. (Y°) Prodotto da granturco geneticamente modificato (Y*) Prodotto da soia geneticamente modificata.

Additivi per kg:

Additivi nutrizionali Vitamine: Vitamina A (3a672a) UI 30000 Vitamina D3 (3a671) UI 4000 Vitamina E (3a700) mg 45,00.

Oligoelementi: Iodio (3b203) mg 2,00 (Iodato di calcio anidro in granuli riv) Manganese (3b502) mg 100,00 (Ossido di manganese (II) Selenio (3b802) mg 0,30 (Selenito di sodio in granuli rivestiti) Zinco (3b603) mg 100,00 (Ossido di zinco)... ..(continua)



tazione si inseriscono in un contesto ben più ampio di economia circolare. Un approccio nuovo alla realizzazione di prodotti che mira non solo al recupero degli scarti di lavorazioni industriali e agricoli, mitigando l'impatto ambientale e i costi di smaltimento, ma anche a favorire il benessere animale e la salubrità dei prodotti alimentari derivati. Un approccio sostenibile, che avrà un peso sempre maggiore nelle politiche UE, anche in vista dell'applicazione della strategia From farm to fork.

Graziano Di Filippo

Mignini & Petrini, Assisi (PG)

**Salvatore Claps
Lucia Sepe**

*CREA, Centro di Ricerca Zootecnia
e Acquacoltura, Bella (PZ)*

Per approfondimenti

From farm to fork: <https://agronotizie.imagelinenet.com/ricerca/tema-caldo/green-new-deal/1403>



UTILIZZO DEI SOTTOPRODOTTI PER FINI ZOOTECNICI

I sottoprodotti della filiera olivo-olio possono portare diversi vantaggi alle filiere zootecniche bovine e ovine, che vanno dal benessere animale alla qualità del latte

Salvatore Claps, Adriana Di Trana, Lucia Sepe

La qualità del latte, negli ultimi anni, ha perso, almeno in certi contesti, le caratteristiche nutrizionali e di salubrità che lo portavano ad

essere uno dei prodotti più funzionali alla salute umana.

Le modificazioni riguardano, soprattutto, l'aumento degli acidi grassi a corta catena e



saturi e la diminuzione dei mono e polinsaturi (MUFA e PUFA) e l'aumento del rapporto omega-6/omega-3. La gran parte degli alimentaristi, per riequilibrare questi rapporti, inserisce nella razione e/o nei mangimi semi oleosi (lino, girasole, ecc.) il cui costo fa levitare di non poco quello della razione.

Come già illustrato nei capitoli precedenti, l'utilizzo, o meglio, il **riutilizzo di alcuni di questi sottoprodotti potrebbe costituire per l'intera filiera un elemento di valorizzazione e di incremento di redditività, e non solo per l'effetto dell'abbattimento dei costi.** Un possibile impiego delle sanse di oliva e degli estratti delle acque di vegetazione è sicuramente quello zootecnico (Vasta *et al.*, 2008).

A tal proposito, è possibile prevedere l'utilizzo in questo ambito di sottoprodotti (o meglio co-prodotti) della filiera olivicola, così come da molto tempo sono utilizzati i sottoprodotti dell'industria molitoria (crusca, cruschetto, farinaccio ecc.).

L'impiego della sansa denocciolata nell'alimentazione animale, nonostante i benefici in termini di impatto ambientale e in termini di riduzione del costo della razione, è stato limitato dalla disponibilità stagionale, dal ridotto valore nutritivo, pari a circa 0,32-0,49 UFL (Nefzaoui, 1991; Aguilera *et al.*, 1992), dovuto all'elevato contenuto di fibra grezza (27-41% rappresentato soprattutto da lignina).

Problematica, quest'ultima, in parte risolta con l'impiego dei sistemi di estrazione a due fasi.

Sugli ovini (Chiofalo *et al.*, 2004) è stato dimostrato che **l'integrazione con sansa**, pur non determinando modifiche sostanziali sulla composizione chimica di base del latte e delle proprietà reologiche, **determina un aumento del rapporto insaturi/saturi e un decremento di alcuni indici importanti dal punto di vista nutrizionale e con implicazioni sulla salute del consumatore** (indice aterogenico e trombogenico).

Claps *et al.* (2012), su formaggio tipo caciotta ottenuto dal latte di bovine con integrazione a base di sansa vergine fresca denocciolata, hanno evidenziato un aumento del contenuto di CLA, un miglioramento del rapporto omega-6/omega-3 e, in generale, degli indici nutrizionali (Indice aterogenico, trombogenico e Indice di promozione della salute - HPI). L'utilizzo della sansa vergine di olive nell'alimentazione zootecnica presenta quindi più di un lato positivo.

PATÈ: INTEGRATORE IDEALE PER I MANGIMI

Dalla lavorazione delle olive in frantoi innovativi ne risulta un prodotto che rappresenta una vera e propria novità per il settore: il paté. **Le analisi del paté hanno evidenziato un**

buon contenuto in proteina grezza e in fibra pregiata (composta da fibra neutro detersa e fibra acida detersa) che lo rende molto indicato come integratore nell'alimentazione zootecnica; un basso contenuto di lignina, inferiore anche al quantitativo presente nella sansa denocciolata e paragonabile a quello di una sansa proveniente da olive denocciolate; un residuo grasso la cui composizione acidica è del tutto assimilabile a quella di un olio extravergine di oliva, molto ricca, cioè, in acido oleico e con una buona percentuale in linoleico; un elevato contenuto in composti fenolici (76-96 g/kg) che sono principalmente rappresentati da oleuropeina, demetiloleuropeina, ligustroside e verbascoside (definiti secoiridoidi), che hanno proprietà antiossidanti.

I polifenoli rappresentano sicuramente un elemento caratterizzante i sottoprodotti sansa e acque di vegetazione.

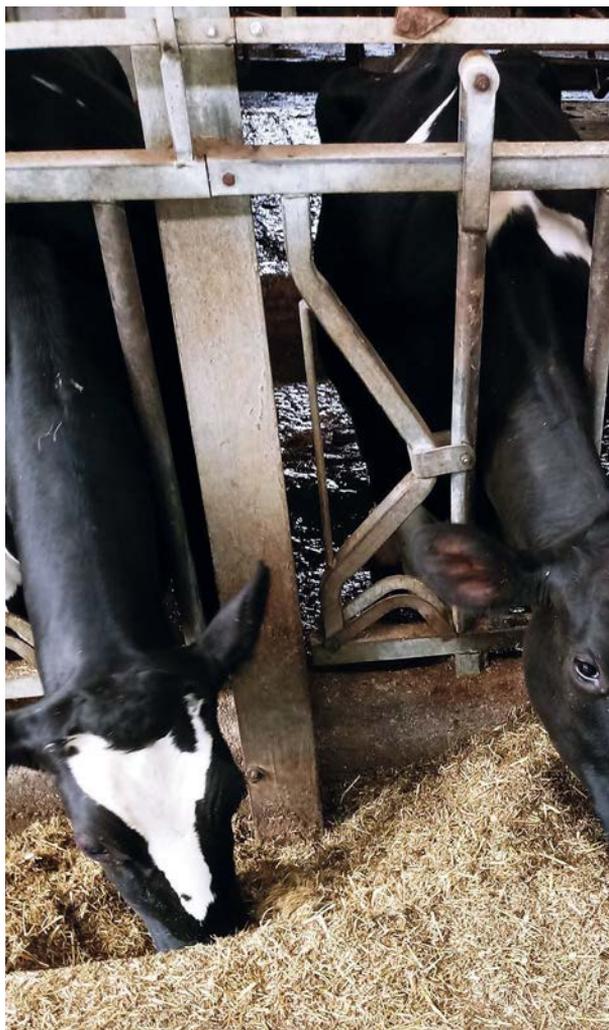
Durante il processo di estrazione dell'olio, si attivano le β -glicosilasi endogene che determinano l'idrolisi dell'oleuropeina nella forma agliconica 3,4-DHPEA-EDA (decarbossimetiloleuropeina aglicone), che è poi ulteriormente idrolizzata a idrossitirosolo (3,4-DHPEA) per azione di una esterasi. In maniera analoga, il decarbossimetil ligustroside aglicone (p-HPEA-EDA) e il tirosolo (p-HPEA) derivano dall'idrolisi del ligustroside, un altro secoiride della famiglia delle Oleaceae.

Questi polifenoli mostrano una potente azione antiossidante che si esplica anche in sinergia con l' α -tocoferolo (vit. E), aumentandone l'effetto.

OLEUROPINA: INFLUENZA SUL LATTE

Un composto antiossidante esclusivo delle Oleaceae è l'oleuropeina, molecola che durante il processo di estrazione dell'olio subisce tagli enzimatici dando vita a composti conosciuti come agliconi secoiridoidi.

Queste molecole, proprio per la loro prevalenza natura idrofila, finiscono negli scarti del-



la lavorazione: acque di vegetazione e sanse. Inoltre, conferiscono all'olio di oliva di qualità il tipico gusto amaro e «piccante».

Oltre ai fenoli, sono presenti nelle sanse vergini altri metaboliti secondari di primaria importanza anche da un punto di vista zootecnico, quali l'alfa-tocoferolo (vit. E), efficace antiossidante naturale, e i fitosteroli, sostanze assai note per la loro attività di inibizione dell'assorbimento del colesterolo.

Entro i limiti genetici e fisiologici di ciascuna razza, l'alimentazione è il fattore che può incidere più profondamente sui costituenti del



latte e soprattutto su quelli classificati secondari.

Questi ultimi sono classificati tali per la loro presenza nel latte in quantità molto inferiori rispetto ai macronutrienti, ma assumono un ruolo primario se considerati dal punto di vista nutrizionale e salutistico.

Sono ormai numerosi gli studi (Simopoulos, 2002; Pizzoferrato *et al.*, 2007; Sepe *et al.*, 2013; Mele *et al.*, 2014) che dimostrano il ruolo fondamentale svolto dai numerosi metaboliti secondari (fenoli, alfa-tocoferolo, acidi grassi, ecc.) presenti nell'alimento zootecnico e capaci

di modificare la composizione del latte.

Diversi studi hanno dimostrato che **alcuni composti fenolici possono modificare la fermentazione ruminale, riducendo il tasso di bioidrogenazione degli acidi grassi.**

In particolare, alcune piante ad alto contenuto di polifenoli sarebbero in grado di abbassare la bioidrogenazione dei PUFA nel rumine, aumentandone il by-pass e, di conseguenza, la formazione di CLA (Jayanegara *et al.*, 2011). Gli effetti significativi legati alla diminuzione degli acidi grassi saturi e all'aumento dei MUFA suggeriscono, inoltre, la possibile influenza dei polifenoli sull'enzima desaturasi Δ -9, l'enzima chiave necessario per convertire il palmitico in acido palmitoleico e lo stearico in acido oleico.

SANSINUTRIFEED: MANGIMI A VALENZA NUTRACEUTICA

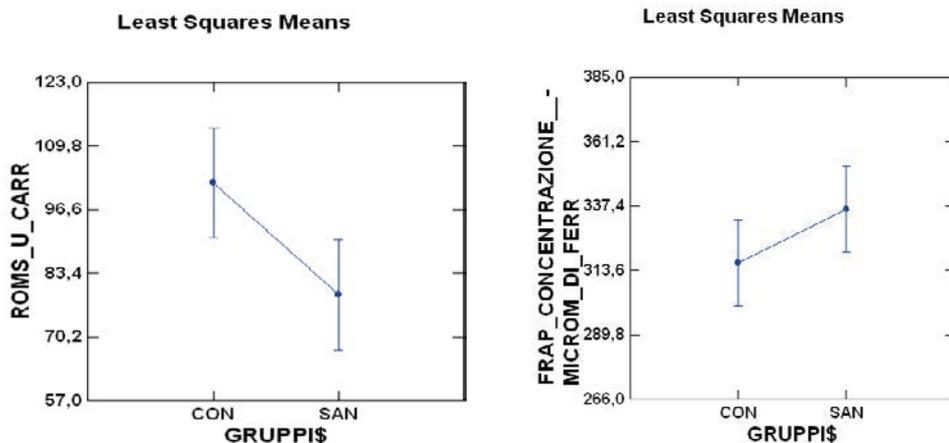
Rispetto al comparto zootecnico, il progetto **SANSINUTRIFEED** «Produzione di mangimi a valenza nutraceutica attraverso l'uso di sottoprodotti dell'industria olearia con studio degli effetti sul benessere animale e la qualità funzionale di latte e formaggi», precedentemente citato, si pone la finalità di colmare l'assenza nel mercato di mangimi arricchiti in specifici composti bioattivi antiossidanti. **Sfruttando il paté da centrifugazione a due fasi, una materia prima ancora ricca ma ad oggi poco gestibile, a fini zootecnici, sarà possibile anche ridurre l'impatto sull'ambiente e sui costi di smaltimento.**

Per valutare gli effetti dell'integrazione con i formulati mangimistici innovativi, a base di sanse essiccate e polverino da acque di vegetazione, sulla produzione di latte, sul benessere animale e sulla qualità nutraceutica dei prodotti lattiero-caseari, sono state effettuate prove di alimentazione pilota su bovini e pecore da latte.

Sono state condotte prove preliminari su bovine e pecore in lattazione, con due gruppi ciascuno (Controllo e Sansa denocciolata).

È stata rilevata la produzione media di latte

Grafico 1. Effetto dell'alimentazione con sansa sui parametri del benessere animale



per 3 settimane ed effettuate le analisi sulla qualità nutrizionale del latte e dei formaggi prodotti, e le valutazioni sui parametri di stress nel sangue.

I risultati della prova sulle **bovine** hanno mostrato una diminuzione (non significativa) della produzione media di latte, ma per contro un **effetto positivo significativo ($P < 0,01$) sul benessere animale**, con ROMs (metaboliti reattivi dell'ossigeno indicatori di stress ossidativo ad opera dei radicali liberi) più bassi nel gruppo Sansa rispetto al Controllo, e valori di FRAP (potere antiossidante plasmatico) migliori nel gruppo Sansa (*grafico 1*).

Anche per il contenuto di polifenoli liberi nel sangue (una frazione che contribuisce ad una maggiore capacità antiossidante), l'effetto alimentare è risultato significativo ($P < 0,05$), con valori più elevati nel gruppo Sansa.

Non sono state registrate, come per la produzione quantitativa di latte, differenze significative circa la composizione chimica (grasso, proteine, lattosio e caseine). I parametri misurati sono risultati sostanzialmente sovrapponibili per il latte dei due gruppi. Da sottolineare, anche se le differenze non sono

risultate significative, che è stato rilevato, per tutta la durata della prova, un tenore in grasso più elevato nel gruppo sansa (S), mentre le proteine sono rimaste pressoché invariate tra i due gruppi, per poi aumentare nel gruppo Controllo nell'ultimo periodo della prova; lo stesso trend è stato osservato per le caseine.

Il lattosio ha seguito un andamento costante per tutto il periodo della prova.

Sono stati valutati i parametri reologici.

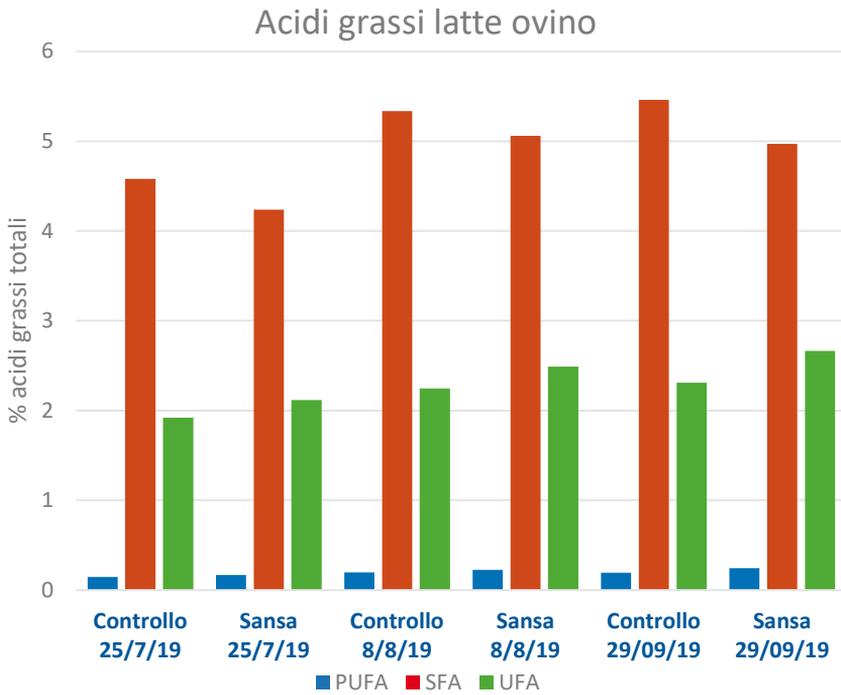
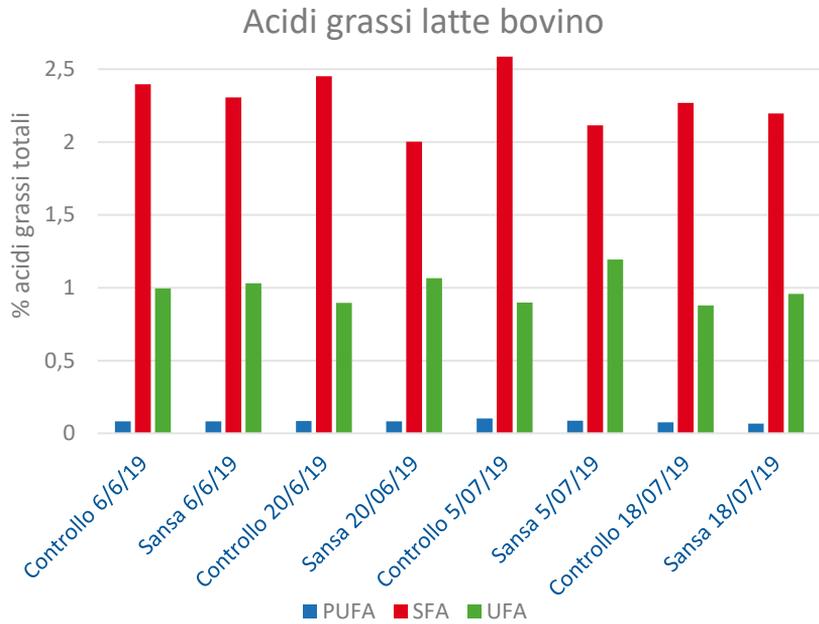
L'attitudine alla caseificazione del latte è variata in base alle date di prelievo.

Il tempo di coagulazione r dall'aggiunta del caglio non è variato tra i due gruppi tranne nel prelievo del 5 giugno, dove r risulta maggiore nel gruppo Sansa rispetto a Controllo. Le velocità di presa del coagulo k_{20} , invece, sono risultate maggiori nel Controllo rispetto al gruppo Sansa.

Anche la consistenza del coagulo a 30 min (a_{30}) ha presentato un effetto «data di prelievo» in entrambi i gruppi.

I risultati della prova sulle **pecore** in lattazione hanno mostrato per la composizione chimica, durante i primi quindici giorni, che le **percentuali di grasso sono risultate più alte nel gruppo Sansa rispetto al Controllo.**

Grafico 2. Effetto dell'alimentazione con sansa sul profilo degli acidi grassi nel latte di bovine e pecore



Le proteine totali hanno seguito lo stesso trend del grasso; invece, le caseine sono risultate sempre più elevate nel gruppo Controllo. La percentuale di lattosio è rimasta costante per l'intero periodo della prova e tra i due gruppi, in accordo con la letteratura.

Riguardo il profilo in acidi grassi, in entrambe le specie è stato osservato un effetto significativo derivato dall'alimentazione sperimentale (grafico 2).

Infatti, gli acidi grassi saturi (SFA) sono risultati più elevati sempre nei campioni dei gruppi Controllo, e di conseguenza gli acidi grassi insaturi (UFA) più bassi, mentre per i Polinsaturi (PUFA) non sono state registrate variazioni significative.

I risultati delle prove preliminari effettuate con mangime arricchito al 6% in sansa vergine essiccata **suggeriscono un miglioramento dello stato di benessere degli animali in prova e del profilo degli acidi grassi del latte come effetto dell'utilizzo della dieta.**

Successivamente, sono state effettuate prove sperimentali con mangime arricchito in estratto polifenolico e prove di «campo» con i mangimi innovativi.

I risultati confermano e rafforzano i risultati preliminari, aprendo la strada ad una applicazione dei sottoprodotti della filiera olivo-olio per fini zootecnici, a beneficio generale (filiera olivo-olio, filiera zootecnica, benessere animale e del consumatore, ambiente), nell'ottica dell'economia circolare.

**Salvatore Claps
Lucia Sepe**

*CREA Centro di Ricerca Zootecnia
e Acquacoltura, Bella (PZ)*

Adriana Di Trana

*Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari
e Ambientali (SAFE)
Università di Basilicata, Potenza*

Bibliografia

• Aguilera J.F., Garcia M.A., Molina E. 1992. The performance of ewes offered concentrates



containing olive by-products in late pregnancy and lactation. *Anim. Prod.*, 55:219-26.

• Chiofalo B., Liotta L., Zumbo A., Chiofalo V. 2004. Administration of olive cake for ewe feeding: effect on milk yield and composition. *Small Ruminant Research*, 55: 169-176.

• Claps S., Sepe L., Fedele V., Caputo A.R., Di Napoli M.A., Paladino F., Sabia E., Rufrano D. 2012. L'uso dei sottoprodotti industriali per il miglioramento della qualità nutrizionale dei formaggi. in *Convegno Altri Formaggi*, 29 November - 1 December, Avellino, Italy, 47.

• Jayanegara A., Marquardt S., Kreuzer M., Leiber F. 2011. Nutrient and energy content, in vitro ruminal fermentation characteristics and



methanogenic potential of alpine forage plant species during early summer. *J Sci Food Agric*, 91: 1863–1870.

- Mele M, Serra A, Pauselli M, Luciano G, Lanza M, Pennisi P, Conte G, Taticchi A, Esposto S, Morbidini L. 2014. The use of stoned olive cake and rolled linseed in the diet of intensively reared lambs: effect on the intramuscular fatty-acid composition. *Animal*, 8(1):152-62.
- Nefzaoui A. 1991. Valorisation des sous-produits de l'olivier. *Option Mediter.*, 16:101-8.
- Pizzoferrato, L., Manzi P., Marconi S., Fedele V., Claps S., Rubino R. 2007. Degree of Antioxidant Protection: A Parameter to Trace the Origin and Quality of Goat's Milk and Cheese. *Journal of*

Dairy Science, 90:10, 4569 – 4574.

- Sepe, L.; Claps, S.; Caputo, A.R.; Di Napoli, M.A.; Rufrano, D.; Paladino, F.; Fedele, V. 2013. Use of extruded linseed in cow diet to improve cheese nutritional quality. *Italian Journal of Animal Science* 12: 1 S p. 60.
- Simopoulos AP. 2002. Omega-3 Fatty Acids in Inflammation and Autoimmune Diseases. *Journal of the American College of Nutrition*, Vol. 21:6, 495–505.
- Vasta V., Nudda A., Cannas A., Lanza M., Priolo A. 2008. Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. *Anim. Feed Sci. Tecno.*, 147:223-46.



 **crea** *triacol*
Consiglio per la ricerca in agricoltura
e l'analisi dell'economia agraria

9 788833 852034