



AGRICOLTORI ITALIANI



LA CAMELINA NUOVE FRONTIERE DELLA CHIMICA VERDE



**ATTIVITA' REALIZZATA CON IL CONTRIBUTO DEL PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE
DELLA REGIONE MARCHE 2014/2020 - MISURA 16.1 PROGETTO ID 52087**



**Unione Europea / Regione Marche
PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE 2014-2020**

FONDO EUROPEO AGRICOLO PER LO SVILUPPO RURALE: L'EUROPA INVESTE NELLE ZONE RURALI



***"La camelina (Camelina sativa) nuove frontiere della
chimica verde"***



Indice

Introduzione

I principi della chimica verde

- Prevenzione
- Economia atomica
- Sintesi chimica meno pericolosa
- Progettazione di prodotti chimici più sicuri
- Solventi più sicuri
- Efficienza energetica e uso di materiali di scarto
- Materie prime rinnovabili
- Catalisi
- Progettazione per la degradazione

Esempi applicativi di chimica verde per applicazioni industriali ed agro-alimentari

Uso delle oleaginose nella chimica verde

Camelina sativa

- Coltivazione della camelina

- Usi

Alimentazione umana

Uso mangimistico

Produzione di biodiesel

Bibliografia

- https://www.actaplantarum.org/flora/flora_info.php?id=512618

- <https://www.cobraf.it/>

- <https://site.unibo.it/progetto-argento/it/progetto>

- [http://dryades.units.it/FVG/index.php?procedure=taxon_page
&id=1521&num=2628](http://dryades.units.it/FVG/index.php?procedure=taxon_page&id=1521&num=2628)

- Chimica Verde 2.0 Impariamo dalla natura come combattere il
riscaldamento globale

Introduzione

Negli ultimi decenni sono cresciute le preoccupazioni riguardanti l'impatto dell'industria nei confronti dell'ambiente che includono l'aumento dei livelli di gas serra, la presenza di fertilizzanti nei corsi d'acqua, le atmosfere inquinate delle città, ecc. Per far fronte a questi problemi negli ultimi anni sono state adottate diverse misure finalizzate a garantire la riduzione degli effetti negativi della produzione di prodotti chimici.

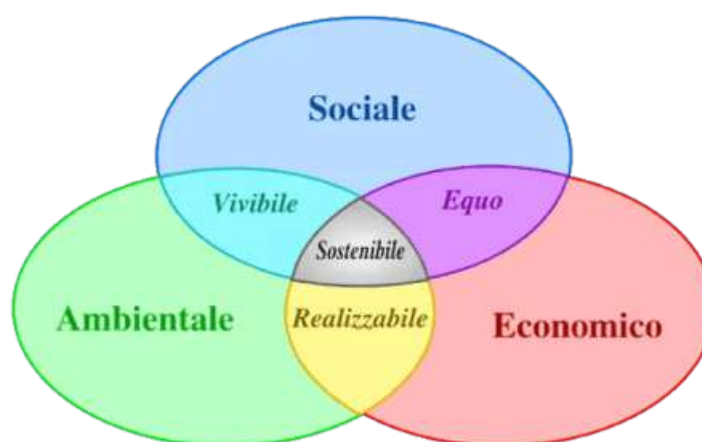


La chimica verde o sostenibile (o *green chemistry*) è una concezione della chimica che si propone di indirizzare su percorsi di sostenibilità l'approccio all'industria chimica. Lo sviluppo sostenibile, impone alle scienze chimiche di giocare un ruolo primario nella riconversione di vecchie tecnologie in nuovi processi eco-compatibili.

Il concetto di sostenibilità è stato introdotto per la prima volta nel 1987 e poi ripreso nella conferenza mondiale sull'ambiente e sullo sviluppo dell'ONU: "lo sviluppo sostenibile è uno sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la necessità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni". Questa definizione mette in luce il fatto che lo sviluppo è necessario per far crescere la nostra società e di migliorare la qualità della nostra vita.

La sostenibilità si basa infatti su tre pilastri fondamentali:

- **Ambiente:** necessità di ridurre gli impatti negativi;
- **Società:** considerare e promuovere i bisogni di popolazioni e lavoratori;
- **Economia:** il sistema economico deve essere in grado di soddisfare efficientemente i bisogni sia individuali che della società. A tal fine è necessario l'impiego efficiente delle risorse esauribili.



Rappresentazione dei tre pilastri fondamentali della sostenibilità

Dato che le scorte di combustibili fossili sono esauribili, un altro aspetto della Chimica verde è quello di cercare di ridurre il più possibile i consumi energetici nell'eseguire i processi industriali, e di utilizzare fonti energetiche rinnovabili. La chimica di sintesi dipende ancora per gran parte dalla petrolchimica; ne deriva un'attenzione particolare nel cercare di produrre materie plastiche e prodotti chimici, in generale, ricavati da fonti biologiche e rinnovabili.

I principi della Chimica verde

Una prima anticipazione del concetto di *chimica verde* può essere considerato il movimento della *chemiurgia*, nato negli anni trenta negli Stati Uniti, che proponeva di integrare l'industria chimica a materie prime naturali e/o agricole, facendo uso esclusivamente di risorse rinnovabili. La locuzione *chimica verde* fu invece coniata nel 1991 dal docente universitario Paul Anastas e fa proprio riferimento al nuovo ordine di priorità con cui si fa innovazione scientifica e tecnologica.

John C. Warner e Paul Anastas nel 1998 hanno enunciato i 12 principi della chimica verde per guidare l'industria chimica. Tali principi consistono in una lista di criteri di azione, orientamento e priorità che concorrono a stabilire i concetti fondanti della chimica verde.

- Prevenire i rifiuti
- Economia dell'atomo, massimizzare l'incorporazione di tutti i materiali utilizzati nel processo nel prodotto finale.
- Sintesi chimica meno pericolosa, utilizzare e generare sostanze che possiedono poca o nessuna tossicità per l'uomo e/o pericolosità per l'ambiente.
- Progettazione di sostanze chimiche più sicure.

- Solventi e ausiliari più sicuri, evitare il loro uso quando possibile e reso innocuo quando il loro utilizzo risulta indispensabile.
- Progettazione per l'efficienza energetica. Quando possibile, i metodi sintetici dovrebbero essere condotti a temperatura e pressione ambiente.
- Uso di materie prime rinnovabili.
- Ridurre i derivati. La derivatizzazione non necessaria dovrebbe essere minimizzata o evitata, perché tali passaggi richiedono reagenti aggiuntivi e possono generare rifiuti.
- Catalisi.
- Progettare per il degrado. I prodotti chimici dovrebbero essere progettati in modo che alla fine della loro funzione si scompongano in prodotti di degradazione innocui.
- Analisi in tempo reale per la prevenzione dell'inquinamento.
- Chimica intrinsecamente più sicura per una prevenzione più sicura. Le sostanze utilizzate in un processo chimico dovrebbero essere scelte in modo da ridurre al minimo il potenziale di incidenti chimici.

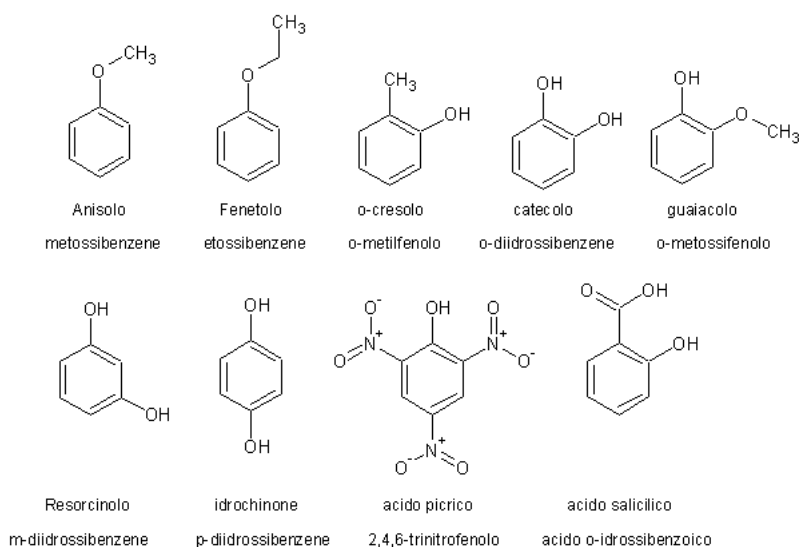
Prevenzione

I produttori cercano di generare il minor quantitativo possibile di rifiuti, attraverso la scelta delle reazioni, la progettazione dei processi e il riciclaggio.

Un modo per misurare l'efficienza di un processo è quello di calcolare la resa, che confronta la quantità di prodotto teorica con la quantità effettiva ottenuta.

Un esempio è la produzione di fenolo che un tempo si otteneva dal benzene utilizzando acido solforico e idrossido di sodio in un processo a più stadi.

Una mole di benzene (78 g) dovrebbe produrre una mole di fenolo (94 g). In pratica, la quantità di fenolo prodotta risulta essere di circa 77 g, dando un resa dell'82%.



Tuttavia, il calcolo oscura il fatto che la reazione genera anche una mole di solfito di sodio per ogni mole di fenolo prodotta. Questo può essere accettabile se c'è abbastanza domanda di solfito di sodio, ma se non c'è, presenta un serio problema di gestione dei rifiuti e aggiunge dei costi significativi.

Economia atomica

Il concetto di economia dell'atomo esprime la proporzione di atomi reagenti che finiscono nel prodotto utile, misurando il numero di atomi delle materie prime che finiscono come prodotti desiderati e il numero che finisce come rifiuti.

Alcune reazioni che hanno un'economia dell'atomo del 100% hanno rese scarse e quindi è necessario considerare entrambe le misure di resa ed economia dell'atomo per definire l'efficienza di una reazione. L'economia dell'atomo può essere determinata in fase di pianificazione, tramite calcolo teorico, mentre la resa può essere trovata solo sperimentalmente. Nella chimica organica, le reazioni di addizione, di condensazione e di riarrangiamento avranno generalmente economie atomiche più elevate rispetto all'eliminazione o alla sostituzione.

Sintesi chimica meno pericolosa

La famiglia dei policarbonati contiene polimeri molto importanti che vengono utilizzati dove sono necessarie elevate proprietà ottiche ed alta resistenza meccanica. Il policarbonato è prodotto da una reazione di condensazione tra il bisfenolo A e il cloruro di carbonile o il carbonato di difenile. Il cloruro di carbonile è un gas velenoso, prodotto da monossido di carbonio e cloro. D'altra parte, il carbonato di difenile è prodotto dal carbonato di dimetile, che è facilmente prodotto da metanolo, monossido di carbonio e ossigeno in fase liquida, in presenza di cloruro di rame.

Nel complesso, il processo per la produzione di policarbonato che utilizza il carbonato di difenile è meno pericoloso e può essere considerato un buon metodo ai fini del raggiungimento degli obiettivi della chimica verde.

Progettazione di prodotti chimici più sicuri

Alla base del concetto di chimica verde c'è il desiderio di produrre sostanze chimiche utili e allo stesso tempo sicure dal punto di vista dell'inflammabilità e della tossicità.

È anche importante che le sostanze chimiche prodotte siano sicure per l'ambiente. Il materiale dovrebbe degradarsi in prodotti innocui.



Alcuni esempi sono i pesticidi piretroidi che hanno il vantaggio di degradarsi alla luce del sole in 3 giorni e hanno una tossicità acuta per l'uomo molto più bassa rispetto al fosforo, o ai pesticidi a base di cloro.

Solventi più sicuri

Le reazioni che si verificano nella fase gassosa, come la produzione di ammoniaca e metanolo, sono preferibili in quanto non necessitano di solventi. Tuttavia la maggior parte dei processi necessita l'utilizzo di grandi quantità di solventi. Per questo motivo è importante tenere in considerazione la tossicità per l'uomo, il rischio ambientale (inquinamento e persistenza in acqua o in aria) ed il pericolo di infiammabilità e di esplosione.

Quando possibile l'industria chimica cerca di utilizzare solventi che siano più "verdi". Alcune reazioni utilizzano l'acqua come solvente, ad esempio nella produzione di acido fosforico e carbonato di sodio. Un'altra alternativa ai solventi convenzionali è costituita dai fluidi supercritici che generalmente non sono tossici e sono chimicamente inerti. L'anidride carbonica supercritica è ampiamente utilizzata come solvente nell'estrazione della caffeina dai chicchi di caffè.

Efficienza energetica e uso di materiali di scarto

Attualmente, l'energia utilizzata si basa principalmente sui combustibili fossili ma l'uso di questi può essere ridotto in diversi modi tra cui:

- Reazione scelta e condizioni: possono essere usate reazioni e catalizzatori che operano a temperature più basse.
- La cogenerazione di calore ed energia: i siti di produzione spesso generano la propria elettricità. Ciò è più efficiente in quanto elimina le perdite di trasmissione, e il calore in eccesso rilasciato durante il processo di generazione può essere utilizzato in loco per il preriscaldamento dei reagenti o altre attività.

I rifiuti hanno un contenuto di energia, e può essere utile convertirli in un combustibile.

L'Islanda è uno dei pionieri nella costruzione di centrali elettriche basate sull'energia geotermica. Nelle centrali geotermiche il vapore surriscaldato generato in profondità nel sottosuolo viene estratto attraverso una serie di pozzi e convogliato in una turbina, dove il vapore viene utilizzato per generare elettricità. Piccole quantità di anidride carbonica e altri gas vengono emessi dalle aree geotermiche.



In Islanda sono stati realizzati impianti in grado di produrre tonnellate tonnellate di metanolo all'anno da rifiuti di anidride carbonica provenienti da fonti geotermiche. La tecnologia è tale che gli impianti potrebbero essere costruiti adiacenti ad altre fonti di emissioni industriali, come nella produzione di cemento.

Materie prime rinnovabili

Le risorse rinnovabili sono teoricamente inesauribili e la varietà di composti prodotti da tali fonti continua a crescere, come la produzione di:

- Tensioattivi facilmente biodegradabili, in alcuni casi sono prodotti a partire da risorse vegetali rinnovabili come i carboidrati o oli vegetali;
- L'etene, dal bioetanolo, che viene utilizzato per produrre poli(etene) a base biologica;
- Il propene viene prodotto a partire da materiali generati a loro volta da risorse biodegradabili. Il propene viene utilizzato per produrre poli(propene) a base biologica.

Catalisi

Ci sono molti vantaggi nell'uso di catalizzatori nelle reazioni industriali, i più importanti:

- spesso riducono la domanda di energia abbassando la temperatura e la pressione utilizzate;
- permettono di utilizzare reazioni alternative che hanno una migliore economia dell'atomo;
- è possibile controllare con maggiore precisione i percorsi di reazione, riducendo i prodotti indesiderati.

Il cloruro di alluminio è stato utilizzato per molti anni nella produzione di alchilbenzene solfonati, un tensioattivo attivo in molti detergenti. Il cloruro di alluminio non poteva essere riciclato e diventava un rifiuto. Ora si utilizza un catalizzatore solido di zeolite con gruppi acidi che può essere riutilizzato più volte senza prodotti di scarto.

Un altro esempio è la rimozione del cloro dagli effluenti delle fognature, che di solito è presente come ipoclorito. La clorazione rimane la forma più comune di disinfezione delle acque reflue. Tuttavia, questo può portare alla formazione di composti organici clorurati, che possono essere dannosi per le specie acquatiche.

Una soluzione è quella di ridurre lo ione ipoclorito a uno ione cloruro aggiungendo soluzioni di nichel, ferro o ioni cobalto.

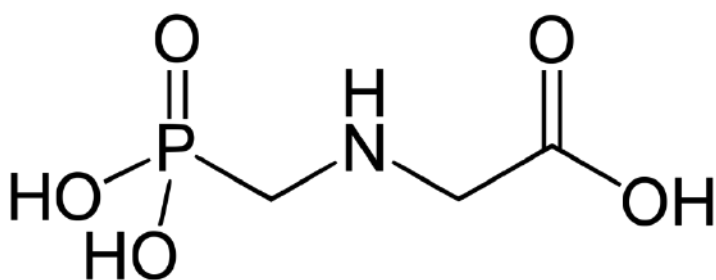


Progettazione per la degradazione

Tra i materiali più noti che vengono prodotti per una durata limitata sono le plastiche biodegradabili.



Non è nell'interesse di nessuna industria sprecare risorse o mettere in pericolo la propria forza lavoro. Un modo è quello di modificare i reagenti utilizzati rendendoli meno pericolosi. Ad esempio, un processo utilizzato nella produzione del glifosato (venduto come Roundup), utilizza il sale sodico di acido 2,2'-iminodietanico come uno degli intermedi. Questo è prodotto in una serie di reazioni da ammoniaca, metanale (formaldeide) e cianuro di idrogeno. L'acido cianidrico cianuro è un reagente molto tossico. Una recente innovazione prevede tra i materiali di partenza l'uso di ammoniaca ed epossietano, che reagendo formano 2,2'-iminodietanolo, spesso chiamato dietanolammina. Questo viene poi convertito in sale sodico dell'acido 2,2'-iminodietanico. Così, in caso di incidente, le conseguenze non sarebbero meno gravi.



Glifosate

Per una corretta valutazione dell'impatto ambientale di un prodotto è importante considerare ogni fase del processo fino al suo smaltimento. Per poter analizzare l'impatto che ogni fase relativa a un processo ha nei confronti dell'ambiente viene in aiuto l'analisi del ciclo di vita (LCA).

Questa analisi permette quindi di valutare gli impatti ambientali relativi a ogni passaggio in modo da poter identificare su quali aspetti è necessario ridurre l'impronta ecologica.

Negli ultimi anni, l'industria chimica, con la conversione alla chimica verde, sta diventando sempre più consapevole di questo problema e sta cercando di contrastare questa tendenza riducendo il consumo di materie prime, producendo meno rifiuti e riducendo le emissioni di anidride carbonica.

Dalla natura possiamo imparare che non esistono rifiuti ma piuttosto sottoprodotti: in natura i sottoprodotti degli uni sono sempre un nutriente o una fonte di energia per gli altri.

Il nostro comportamento si dovrebbe ispirare a quello della natura cercando di mantenere la circolarità dei flussi di materiali e su tale principio si basa il concetto "dalla culla alla culla".

A tal fine è importante anche un resoconto più dettagliato del riciclo del materiale smaltito (in particolare la plastica).

Esempi applicativi di chimica verde per applicazioni industriali ed agro-alimentari

La Chimica verde promuove l'interazione e tra le varie filiere che costituiscono il ciclo vitale dei beni: agricoltura, chimica di base, trasformazione industriale, recupero, valorizzazione del rifiuto fino all'immissione in ambiente di materia capace di restituire nutrimento al suolo.

Alcuni esempi di innovazioni promosse orientato all'ambiente sono:

- La sostituzione di fitofarmaci persistenti nell'ambiente e non selettivi. Negli ultimi 50 anni hanno trovato grande applicazione in agricoltura una classe di insetticidi policlorurati (aldrin) particolarmente resistenti a degradazione chimica o microbiologica nell'ambiente. Oggi molti studi sono volti a sostituire i vecchi insetticidi con altri prodotti, ad esempio con i piretroidi. Poiché la piretrina naturale presenta particolare instabilità nell'ambiente, vengono progettati composti analoghi di sintesi più resistenti, e soprattutto di bassissima tossicità per gli organismi superiori.
- Valorizzazione della biodiversità vegetale e microbica per lo sviluppo di nanoformulazioni di sostanze antimicrobiche, creazione di biostimolanti per migliorare l'efficienza produttiva, impiego delle piante come bioreattori "verdi".

Bisogna tenere presente però che non è possibile utilizzare le fonti rinnovabili ad un ritmo più veloce rispetto al tempo necessario per la loro rigenerazione, per esempio produrre un qualsiasi materiale plastico ad un ritmo più veloce di quanto la stessa materia prima/ il vegetale stesso riesca a rinnovarsi.

Altro aspetto da considerare è quello di evitare di incentivare lo sviluppo della monocoltura (es. per la produzione di biodiesel e/o bioetanolo), che può arrecare seri danni agli ecosistemi.

Per far in modo che l'utilizzo della Chimica verde sia una valida soluzione al problema dell'inquinamento, questi devono andare di pari passo ad una progressiva riduzione dei consumi, sia da parte delle industrie che da parte dei consumatori.



Uso delle oleaginose nella chimica verde

La chimica verde si avvale tra le altre delle colture oleaginose, ossia colture in grado di accumulare, nei semi o nei frutti, sostanze grasse la cui estrazione rappresenta la prima e più vantaggiosa utilizzazione per uso commestibile (oli, margarine, ecc) o industriale (carburanti, solventi, saponi, ecc).

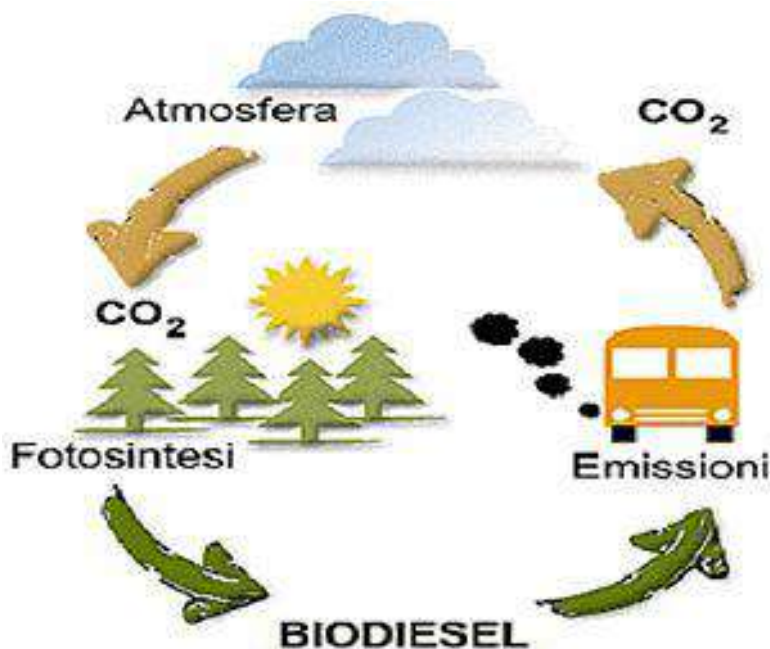
La funzione trofica del seme, fino all'acquisizione dell'autotrofia delle piantine, fa sì che in esso si accumulino particolari concentrazioni di lipidi e proteine.



Sono meno di una decina le oleoproteaginose propriamente dette. Gli oli estratti da questi semi rientrano nella categoria generica degli oli di semi.

Le oleaginose più importanti destinate prevalentemente ad uso alimentare sono la soia, l'arachide, il girasole ed il sesamo. Quelle più

importanti destinate ad usi prevalentemente non alimentari sono il cotone, il lino, la colza. In misura minore, sempre per usi specifici non alimentari, sono diffuse il cartamo, la camelina ed il ricino. Fra gli usi non alimentari, gli oli vegetali trovano impiego soprattutto nell'industria chimica per la produzione di solventi, prodotti farmaceutici, vernici, ecc. Di particolare interesse è infine la destinazione degli oli di colza e di soia alla produzione del biodiesel.



Dall'estrazione dell'olio si ottiene, come prodotto di scarto, una consistente quantità di biomassa con un contenuto proteico non indifferente. I sottoprodotti sono di due tipi: il pannello propriamente detto, ottenuto da processi di estrazione per pressione, e la farina di estrazione, ottenuta da processi di estrazione per solvente. Il tenore proteico dipende, oltre che dalla specie, anche dal tipo di lavorazione della materia prima.

L'utilizzo dei panelli e delle farine di estrazione, per l'alimentazione del bestiame, è la principale alternativa all'impiego delle farine di carne e di pesce.



Il Centro ricerche per la cerealicoltura e le colture industriali ha illustrato i risultati della scheda AxBB del progetto Suscace (Supporto Scientifico alla Conversione Agricola verso le Colture Energetiche) relativo all'uso delle oleaginose minori nella chimica verde.

Le colture oggetto di studio sono state *Camelina sativa*, *Cartamus tinctorius*, *Crambe abyssinica* e *Linum usitatissimum*.

La Regione Toscana ha finanziato il progetto COBRAFF (Coproducti da Bioraffinerie) per lo sviluppo tecnologico di una piattaforma articolata in due o tre impianti territoriali adatti a trasformare le diverse materie prime delle quattro colture del progetto Suscace - olio, pannello residuo, paglie e in alcuni casi foglie e fiori - per

destinarle ai seguenti settori industriali: nutraceutica, cosmesi, mangimistica, adesivi, materiali da bioedilizia.

In rapporto a prodotti analoghi di origine petrolchimica, i bioprodotto risultano, in genere, a ridotta tossicità per l'ambiente e gli operatori, biodegradabili e con un più sostenibile bilancio di emissioni di gas serra.

Il successo dell'inserimento delle colture oleaginose, sia in termini ambientali che di reddito, è legato a diverse condizioni, tra le quali: capacità di valorizzazione integrale della biomassa in ottica di una bioraffineria integrale; possibilità di introdurre fasi di prima lavorazione già a livello agricolo, accordi di filiera, ecc.



Il progetto Suscace ha effettuato una valutazione agronomica delle quattro colture minori da olio, in due ambienti del nord e del centro Italia (pianura padana e pisana), in tre stagioni di coltivazione (2012-2013, 2013-2014 e 2014-2015). La ricerca ha riguardato il

contenuto quanti-qualitativo in olio e proteine, nonché la composizione in acidi grassi.

I prodotti che derivano da queste oleaginose sono essenzialmente l'olio, le farine disoleate ed i residui colturali. L'olio può essere impiegato come olio vegetale puro, cosmetico, biodiesel per auto, biopolimeri e bioplastiche, olio per l'alimentazione umana. Tramite estrazione, si possono ottenere panelli disoleati per l'alimentazione animale oppure prodotti fertilizzanti. I residui colturali possono essere restituiti al terreno tramite interrimento oppure a loro volta possono essere purificate molecole bioattive oltre la produzione di energia da syngas e da biogas.

Rispetto alla colza, pur con potenzialità produttive minori queste oleaginose hanno un uso non solo alimentare, ma anche da bioraffineria che permettono un importante valore aggiunto alla filiera. Dall'olio di Camelina si possono ottenere prodotti antibatterici a base di molecole bioattive presenti nelle farine.

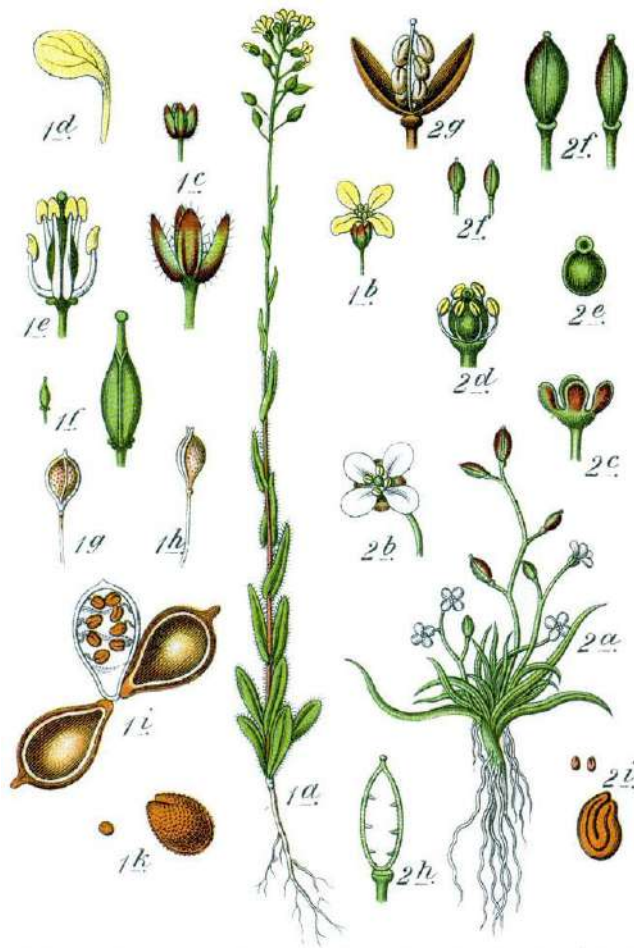
La coltivazione rappresenta la prima fase della filiera, generalmente quella a maggior impatto ambientale: il bilancio ambientale delle coltivazioni ha mostrato ridotti rilasci di CO₂.

Il ricorso a queste oleaginose da rinnovo interrompe la monosuccessione del grano con un prodotto che non dà rese altissime, ma che può essere impiegato in settori ad elevato reddito.

Camelina sativa

La *Camelina sativa* (L.) Crantz è una pianta appartenente alla famiglia Brassicaceae, generalmente conosciuta come dorella. È originaria dell'Europa e dell'Asia centrale. Questa pianta viene coltivata per i semi oleosi, principalmente in Europa e in Nord America.

La camelina è una pianta annuale, alta circa 30-120 cm, caratterizzata da steli ramificati. Le foglie sono alterne, lanceolate con una lunghezza di 2-8 cm e una larghezza di 2-10 mm. Fiorisce tra maggio e giugno. I fiori presentano quattro petali di colore giallo pallido disposti a formare una croce. Il frutto è a forma di pera con un becco corto. I semi, di colore marrone o arancione, sono lunghi 2-3 mm. Il peso di mille semi è di 0,8-2 grammi.



La camelina e' stata tradizionalmente coltivata come specie oleaginosa per produrre olio o alimenti per animali. E' coltivata in Europa da almeno 3000 anni. Nel 600 a.C. veniva seminata come monocoltura intorno alla valle del Reno. Fino agli anni '40 l'olio estratto veniva utilizzato nelle lampade a petrolio (fino al moderno sfruttamento di gas naturale, propano ed elettricit ) e come olio commestibile (olio di camelina).

Coltivazione della camelina

La camelina cresce bene nel clima temperato in terreni leggeri o medi. Viene generalmente seminata in primavera, da marzo a maggio.

La camelina ha un ciclo breve di 85-100 giorni. La quantità di seme consigliata è di 3-4 kg/ha con un interfila di 12-20 cm ed alla profondità di semina di 1 cm. E' consigliabile intervenire con una rullatura prima della semina per limitare l'approfondimento del seme.

Concimazione:

- N: 60-80 kg N/ha da distribuire in due interventi soprattutto negli areali con precipitazioni superiori a 450 mm
- P205: 70-80 kg/ha
- K2O: 50-60 kg/ha

Per il controllo delle infestanti si consiglia di eseguire una falsa semina. In convenzionale: non esistono principi attivi registrati in Italia, in Spagna, dove la camelina è più diffusa, è autorizzato il propizamide 50 % SC.

La raccolta avviene fine Maggio- inizio giugno con mietitrebbia da grano.

C. sativa subsp. *linicola* è considerata un'infestante nei campi di lino.



La camelina può essere considerata una valida coltura da rinnovo da inserire nelle rotazioni.

Elena Pagani e Sara Berzuini, dell'Università di Bologna hanno spiegato il contributo che può dare questa coltura in agricoltura conservativa. Dal progetto europeo 4CE-MED, all'interno del quale è rientrata la sperimentazione di camelina nel bacino mediterraneo in aridocoltura, sono emersi infatti i punti di forza e le limitazioni di questa coltura.

Da un lato ne ha risaltato:

- le basse esigenze di input al terreno;
- la tolleranza alla siccità;
- l'adattabilità alla semina su sodo;
- la possibilità di eseguire cicli autunnali o primaverili.

Principali limitazioni:

- elevata sensibilità al ristagno idrico;
- sensibilità alle alte temperature in post emergenza;
- problematiche legate alle caratteristiche e alle dimensioni del seme: la camelina soffre la semina profonda; in fase di raccolta, necessità di sistemi di raccolta ben tarati.

Usi

La *Camelina sativa* ha molti usi: le fibre dello stelo sono utilizzate per realizzare pennelli, l'olio di semi per i cosmetici, nonché impiegata per uso terapeutico.

Alimentazione umana



I semi, commestibili, contengono un livello eccezionalmente elevato (fino al 45%) di acidi grassi omega-3.

I semi contengono 38 - 43% di oli e dal 27 al 32% di proteine.

Oltre il 50% degli acidi grassi nell'olio spremuto a freddo è costituito da polinsaturi. L'olio è anche molto ricco di tocoferoli che lo rendono altamente stabile e molto resistente all'irrancidimento. Il contenuto di vitamina E è di circa 110 mg/100 g.

Contiene generalmente dall'1 al 3% di acido erucico. Recentemente sono state introdotte varietà di *Camelina sativa* "zero-erucico" (con

un contenuto di acido erucico inferiore all'1%). È adatto per l'uso come olio da cucina in quanto ha sapore e aroma di mandorla.

L'olio di camelina è uno degli oli vegetali con il più alto contenuto di acido α -linoleico (Omega 3). Quest'ultimo è un acido grasso definito come essenziale, perché siamo incapaci di sintetizzarlo e dunque abbiamo bisogno di assumerlo con la nostra dieta. La quantità di olio essenziale contenuta è superata solo dall'olio di lino (*Linum usitatissimum*) che ne contiene fino al 59%. L'olio di camelina ha un sapore più gradevole di quello dei suoi concorrenti, l'olio di colza e l'olio di soia, i quali contengono solo il 6% di Omega3.

Il nostro olio di oliva, ingrediente fondamentale della dieta mediterranea, contiene solo lo 0,73% di Omega 3 e il 9,8% di Omega 6.

Per rispondere alle richieste di quantità crescenti di cibo, l'allevamento di pesci è una strategia fondamentale per ridurre la pressione della pesca estrattiva sugli ecosistemi marini. Tuttavia, l'alimentazione dei pesci d'allevamento si basa sull'uso di mangimi attualmente a base di soia e quindi con solo il 6% di Omega 3 e ben il 53% di Omega 6. Attualmente si ricerca dunque sulla possibilità di utilizzo dell'olio di camelina nella preparazione dei mangimi per l'allevamento di salmone e trota, con l'obiettivo di ottenere un prodotto più simile al pesce selvatico.



Uso mangimistico

Un nuovo progetto seguito direttamente dalla Commissione ASPA sull'"Uso di Fonti Proteiche Alternative nell'Alimentazione Animale" vuole valorizzare le qualità della Camelina Sativa e scoprire i suoi utilizzi in ambito zootecnico. Si tratta del Progetto ARGENTO finalizzato alla valutazione degli effetti della gestione agronomica in diverse condizioni ambientali sulla qualità finale del seme di diverse linee di Camelina sativa. Il fine ultimo è quello di utilizzare olio e pannello per l'alimentazione avicola (quaglie da carne e ovaiole).



Tra le caratteristiche che rendono questa oleaginosa particolarmente interessante vi sono una considerevole resistenza agli stress abiotici (siccità, salinità, gelo e caldo eccessivo), la possibilità di essere utilizzata per il controllo delle infestanti, la particolare resistenza a malattie, ricchezza in acidi grassi omega-3.

Dalla camelina si produce un pannello ricco di proteine, antiossidanti e con un contenuto in olio attorno al 12% idoneo per l'alimentazione di pollame (es. quaglie) per ottenere carne e uova di elevata qualità.



I semi di camelina, come quelli di altre Brassiche, contengono diverse elementi antinutrizionali. Tra questi, i glucosinolati (GLS) sono i più indesiderati poiché potrebbero causare "gozzo" soprattutto nei monogastrici.

Il contenuto di GLS nel cake di Camelina è piuttosto limitato, ma supera comunque i limiti della normativa europea.

Recentemente il CNR-IBBA ha prodotto una nuova linea di Camelina (LOW_GLS) con il 50% in meno di GLS rispetto alle parentali, che permetterebbe di aumentare l'inclusione del pannello di camelina nella dieta dei monogastrici, consentendo una maggiore valorizzazione dei sottoprodotti delle sementi e una migliore salubrità di uova e carne.

Sebbene i contenuti *GLS* nei semi di camelina siano legati al genotipo, entrambi sono anche fortemente influenzati da variabili ambientali, agronomiche e climatiche.

Produzione di Biodiesel

Il biodiesel è un biocombustibile ottenuto attraverso una reazione di transesterificazione, un processo nel quale un olio vegetale, ricavato industrialmente da piante oleaginose, è fatto reagire in eccesso di alcool metilico, in presenza di un catalizzatore alcalino.

Il prodotto finale può essere utilizzato come combustibile per autotrazione e riscaldamento, sia miscelato con gasolio che tal quale. In Italia, il biodiesel è commercializzato quasi esclusivamente (95% della quantità prodotta) nel settore del riscaldamento e per il funzionamento delle centrali termiche.

Camelina Sativa

Negli ultimi decenni negli Stati Uniti è cresciuto l'interesse per la camelina, perché i suoi semi contengono fino al 43% di olio, molto leggero e ricco di antiossidanti, quindi ottimo per produrre biodiesel di prima generazione, a basso costo e di alta qualità.

I militari americani hanno sperimentato miscele con rapporti di 50/50 di JP-8 e biodiesel di camelina, con l'obiettivo di disporre di una *flotta verde* di aerei da combattimento, entro il 2016.

I principali argomenti in favore della sostenibilità del biodiesel ottenuto dalla camelina si basano sul basso costo colturale di coltivazione.



Soia

E' una pianta erbacea appartenente alla famiglia delle Leguminose. L'olio estratto dai semi di questa pianta viene per lo più utilizzato nell'industria alimentare, ma trova applicazione anche come biocarburante. Tuttavia, la resa non elevata ne sconsiglia l'utilizzo su vasta scala.



Colza

Appartenente alla famiglia delle Crucifere, in Italia, è principalmente coltivata nel centro-sud della penisola. Trova applicazione come alimento per animali, fonte di olio vegetale alimentare e come biodiesel. Secondo alcune studi, dalla colza si ricavano circa 850 kg di biodiesel per ettaro.



Il biodiesel può essere utilizzato puro per i veicoli appena immessi sul mercato, oppure miscelato con gasolio per i veicoli più vecchi. In Europa quello di colza è l'olio più usato per la produzione di biodiesel.

Palma

L'olio di palma è l'olio vegetale più utilizzato al mondo per scopi alimentari e non. Tuttavia, la sua coltivazione ha grande impatto negativo sull'ambiente. Alcuni studi stanno esaminando la possibilità

di utilizzare tutta la pianta, e non solo i frutti, per produrre biomasse utilizzabili come fonte di energia.



Girasole

Per essere utilizzato come combustibile, l'olio di semi di girasole deve essere prima raffinato. Il girasole è un'ottima fonte di biocarburante per diverse caratteristiche: cresce in ambienti a medio e basso input agronomico, produce una quantità elevata di olio per ettaro; capacità di produzione di biomassa. Tuttavia la concorrenza con l'industria alimentare causa un alto prezzo di questo prodotto.

