



Il progetto "Canapa New Tech", finanziato dalla Regione Sicilia con fondi Europei, ha contribuito alla diffusione della produzione di canapa industriale nella regione.

"Canapa New Tech" tecnologie non-convenzionali per produzioni sostenibili

La canapa si presta all'utilizzo alimentare e nutraceutico, è un ottimo olio essenziale nel settore cosmetico, profumiero e un apprezzato aromatizzante di cibi e bevande; gli estratti di cannabinoidi dalle infiorescenze sono impiegati in ambito farmaceutico; fibra e canapulo sono utilizzati per biocompositi e biomateriali per la realizzazione di pannelli e manufatti ecosostenibili e nel packaging. In ultimo ricordiamo l'ormai consolidato impiego nella bioedilizia.

Le ricerche in corso su tecniche agronomiche ottimali per aumentare produttività e sostenibilità permetteranno di sfruttare appieno il potenziale di questa coltura, in linea con gli obiettivi e le finalità della "European Climate Law" del Parlamento Europeo.

* **Giancarlo Cravotto**

Quando si parla di sostenibilità nella produzione di canapa si intende sostenibilità ambientale ed anche economica per gli agricoltori coinvolti. Purtroppo le politiche restrittive europee ed italiane degli anni Settanta e Ottanta generarono un progressivo abbandono della coltivazione. Ciò ha anche comportato la perdita di sementi tipiche di specifici territori e della filiera manifatturiera della successiva lavorazione. Così come per i grani antichi, oggi si cerca di ritrovare le varietà di canapa ben adattate alle condizioni pedoclimatiche lungo tutta la nostra penisola. È importante sottolineare che la Commissione Europea sostiene la coltivazione della canapa poiché contribuisce agli obiettivi del *Green Deal* europeo.

Il progetto "Canapa New Tech" finanziato dalla Regione Sicilia con fondi Europei, grazie alla collaborazione di vari esperti del settore, ha contribuito alla diffusione della produzione di canapa industriale nella regione, differenziando le applicazioni e le filiere di trasformazione. La



Illustrazione di Marta Farina

Illustrazione di *Cannabis sativa*, autrice Marta Farina, tratta dal volume *Il Taccuino della Sanità*, edito da GVEditioni nel 2012.

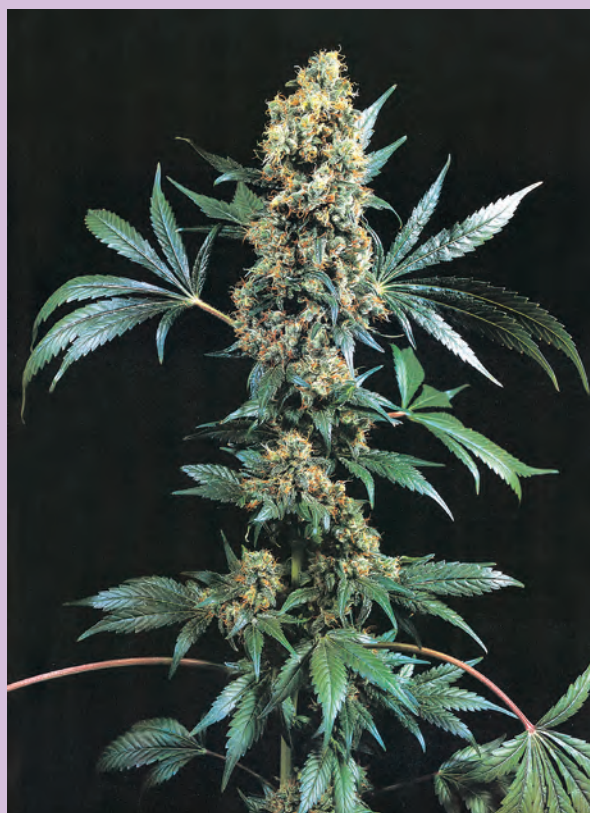


Foto di Rocco Longo

Gli effetti positivi (e negativi) della *Cannabis sativa* L. sono il risultato dei fitocannabinoidi, che rappresentano la classe più abbondante di composti bioattivi contenuti nelle infiorescenze.

necessità di una transizione verso tecnologie e processi produttivi ecosostenibili a elevata efficienza ha trovato un alleato nelle moderne tecniche non-convenzionali di intensificazione di processo. Fra queste l'idrodistillazione assistita da microonde, l'estrazione in acqua subcritica, l'estrazione in CO₂ supercritica combinata con ultrasuoni, la concentrazione di aromi in reattore a multiplo effetto (*Multiple Effect Fractional Condensation*) nonché una serie di miscelatori, estrusori, presse e stampanti 3D per la preparazione di biomateriali a base canapa. I risultati già ottenuti e quelli attesi delineano un crescente interesse per le enormi potenzialità della canapa che a differenza di altre coltivazioni non genera scarti e sequestra notevoli quantità di CO₂. Una pianta versatile co-

siddetta "dai mille usi": i semi in ambito alimentare e nutraceutico, l'olio essenziale nel settore cosmetico, profumiero e come aromatizzante di cibi e bevande, gli estratti di cannabinoidi dalle infiorescenze per uso farmaceutico, quindi fibra e canapulo per biocompositi e biomateriali per la realizzazione di pannelli e manufatti ecosostenibili e nel packaging. In ultimo l'ormai consolidato impiego nella bioedilizia.

Parole chiave: *Cannabis sativa* L., Cannabinoidi, Idrodistillazione in microonde, Estrazione in acqua subcritica, Olio e pannello proteico, Biomateriali.

Stato dell'arte

Canapa industriale e *Cannabis* terapeutica, hanno reciprocamente sofferto una scomoda

parentela a causa della presenza o meno del THC o tetraidrocannabinolo, un composto psicotropo normato nelle tabelle delle sostanze stupefacenti. Sebbene da tempo utilizzata in campo alimentare, industriale, agricolo e terapeutico, tuttavia, i suoi effetti psicoattivi hanno portato a controversie sociali e politiche che hanno comportato la sua classificazione come droga illecita.

A fine Ottocento la marijuana fu inserita nella Farmacopea Americana che elencava la *Cannabis* come trattamento per numerose patologie tra cui: nevralgie, tifo, colera, dissenteria, alcolismo, dipendenza da oppiacei, lebbra, incontinenza, gotta, disturbi convulsivi, pazzia, eccessivo sanguinamento mestruale ed emorragia uterina. Nel 1919 il 50% della canapa industriale

esportata in tutto il mondo per uso tessile e per cordami, proveniva dall'Italia e ancora nel 1940 vi erano 90 mila ettari coltivati a canapa. Nel 1937 negli USA fu approvato il "Marihuana Tax Act" con una grande campagna politica e delle forze dell'ordine contro la coltivazione della *Cannabis*, ignorando l'enorme differenza fra canapa industriale e marijuana. Ciò scoraggiò la coltivazione e l'ultimo raccolto negli USA venne effettuato in Wisconsin nel 1958. Nemmeno il famoso prototipo automobilistico noto come "hemp car", ideato e costruito da Henry Ford usando biocompositi di fibre di canapa, riuscì a convincere la politica americana. Già negli anni Ottanta sia le politiche restrittive che la sostituzione della canapa nel tessile col più economico cotone e poi le varie fibre sintetiche avevano progressivamente quasi azzerato la produzione italiana.

Attualmente *Cannabis sativa* L., *C. indica* Lam e *C. ruderalis* Jan. sono considerate come un'unica specie, ovvero varianti fenotipiche di *Cannabis sativa*. Grazie al lavoro di genetisti e agronomi è stato possibile generare varietà per ogni tipo di applicazione. Le piante di canapa crescono in soli cinque mesi, offrendo un vantaggio significativo. La canapa è un incredibile laboratorio alimentare e farmaceutico in grado di produrre eccellenti metaboliti primari (olio, proteine e fibre solubili) e innumerevoli metaboliti secondari bioattivi. Sono stati descritti oltre 600 composti, tra cui circa 150 diversi cannabinoidi, oltre che flavonoidi (cannaflavine), terpeni, steroidi, alcaloidi, xantonici, derivati bifenilici e fenantrenici ecc. [Al-Khazaleh, A.K. et al. 2024]. La canapa industriale è generalmente prodotta in campo, mentre la produzione di *Cannabis* terapeutica è prodotta in ambienti confinati secondo

rigidi disciplinari GMP (*Good Manufacturing Practice*) richiesti dalle autorità farmaceutiche. Alcune preparazioni farmaceutiche a base di *Cannabis* con rapporto THC / CBD (cannabidiolo) ben definito sono riconosciute dalla comunità scientifica medica come protocolli terapeutici per patologie quali l'epilessia, la sclerosi multipla e il morbo di Parkinson.

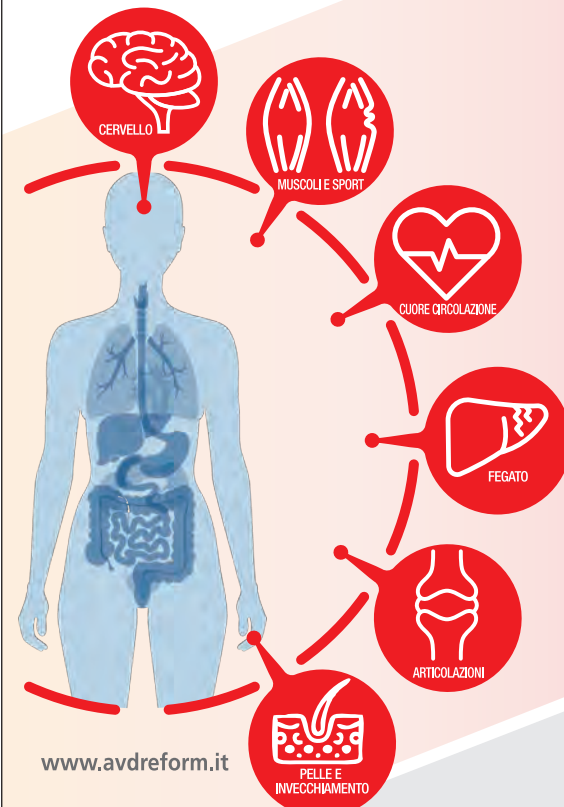
Gli effetti positivi (e negativi) della *Cannabis sativa* L. sono il risultato dei fitocannabinoidi, che rappresentano la classe più abbondante di composti bioattivi contenuti nelle infiorescenze. Comprendono un'ampia famiglia di metaboliti, prodotti di-



La Commissione Europea sostiene la coltivazione della canapa poiché contribuisce agli obiettivi del Green Deal europeo.

ΩMEGAVD

a base di **olio di Krill**
ricco in acidi grassi
Omega-3



Un boost per
la tua salute



- Alta biodisponibilità
- Elevato contenuto di principi attivi
- Da pesca totalmente sostenibile

AVD

Nutri supplement science

Prodotto e distribuito da: A.V.D. Reform Srl
B.go S. Biagio 9 - PARMA tel. 0521 628498

rettamente dalla pianta in forma acida. Nonostante questa variabilità strutturale, la stragrande maggioranza (> 90%) delle indagini scientifiche si è concentrata solo sull'analisi achirale di due cannabinoidi, grazie alla loro naturale abbondanza nella pianta: (-)- Δ^9 -*trans*-tetraidrocannabinolo (Δ^9 -THC) e cannabidiolo (CBD). Il Δ^9 -THC è noto per i suoi effetti psicotropi, mentre il CBD non è psicoattivo. Nonostante il gran numero di cannabinoidi scoperti, solo il 20% circa è disponibile come standard analitico e alcuni di essi sono disponibili solo come miscele racemiche o di regioisomeri.

Il progetto "Canapa New Tech" finanziato dalla Regione Sicilia (PSR Sicilia 2014-2022 Sottomisura 16.1) in linea con la Legge 242/2016 che regola e promuove la coltivazione di questa specie, rappresenta una grande opportunità di sviluppo. È ben noto tra l'altro che la canapa sia un'ottima alternativa per la rotazione delle colture [Adesina *et al.* 2024].

Grazie all'esperienza dell'azienda Millasensi srl, capofila del progetto e di vari enti di ricerca come l'Università di Torino e quella di Messina, il CREA di Catania e di Bologna, e varie aziende siciliane della filiera, si sono ottenuti prodotti e manufatti ecosostenibili di notevole interesse. Secondo obiettivo di *Canapa New Tech* è l'avvio o l'implementazione industriale dei nuovi processi estrattivi a basso impatto ambientale ben descritti su scala laboratorio [Belwal *et al.* 2020].

La possibilità di risparmiare energia riducendo i tempi di estrazione, nonché di eliminare solventi tossici o infiammabili grazie a nuove soluzioni tecnologiche, ha delineato un ambizioso programma di innovazione.

Benefici ambientali della coltivazione della canapa

Innanzitutto va sottolineato il rilevante assorbimento di anidride carbonica simile a quella assorbita da una giovane foresta. Infatti un ettaro di canapa può assorbire da 9 a 15 tonnellate di CO₂. Questa variabilità dipende dalle pratiche agronomiche adottate e dalla biomassa prodotta per ettaro che varia da 8 a 12 tonnellate. Adesina *et al.* (2020) hanno invece messo in relazione l'aumento della sostanza secca del fusto (dove viene sequestrato e immagazzinato l'80% del carbonio atmosferico) in funzione della concimazione azotata per valori di azoto compresi tra 0 e 120 kg/ha con la possibilità di sequestrare fino a 22 tonnellate di CO₂ per ettaro. Questa grande variabilità della canapa nel sequestrare il carbonio dipende dal fatto che l'aumento del fusto per unità di azoto non può essere determinato con precisione dai dati di letteratura, a causa dei diversi metodi utilizzati e dell'ambiente di coltivazione. Non secondario è il ruolo della pianta nel mantenimento della biodiversità, infatti il periodo di fioritura della canapa, solitamente tra luglio e settembre, coincide con la mancanza di produzione di polline da altre colture, offrendo una fonte di polline abbondante per gli insetti impollinatori.

La canapa è particolarmente indicata per la rotazione delle colture e la prevenzione delle infestazioni. La canapa è in grado di interrompere il ciclo delle patologie delle colture. La sua rapida crescita e la capacità di ombreggiamento prevengono altresì la proliferazione di piante infestanti. Si è inoltre osservato che il folto fogliame della canapa agisce come una copertura naturale del suolo, riducendo la disidratazione e proteggendolo dall'erosione. La copertura del

terreno è completa già tre settimane dopo la germinazione. La coltivazione della canapa richiede un uso ridotto o nullo di pesticidi, erbicidi e fungicidi poiché la pianta è poco soggetta agli attacchi di parassiti. La canapa tramite l'assorbimento dell'apparato radicale della pianta (fitorimediazione) è in grado recuperare dal terreno contaminanti quali i metalli pesanti [Golia *et al.* 2023].

Produzione agricola

La legge 242 del 2016 ha legalizzato in Italia la coltivazione della canapa, per lo sviluppo dell'agricoltura sostenibile generando nuovi prodotti ad alto valore aggiunto nel nuovo contesto dell'economia circolare. La coltivazione della canapa è nota per il suo basso impatto ambientale, in quanto cresce velocemente, sopprime le erbe infestanti e non necessita o minimizza l'uso di pesticidi, inoltre migliora la fertilità fisica e chimica del suolo. Recentemente, molti Paesi hanno avviato iniziative a favore della coltivazione della canapa considerandola una coltura rispettosa del clima, in grado di mitigare i cambiamenti climatici e la desertificazione. Per questi motivi, la canapa può essere un nuovo protagonista dell'agricoltura italiana già orientata verso gli obiettivi dell'UE 2030, che prevede una riduzione del 40% delle emissioni di gas serra rispetto al 1990. Nella Comunità Europea la produzione deve essere conforme alle disposizioni della politica agricola comune (PAC). Gli agricoltori che coltivano canapa possono beneficiare dei pagamenti diretti per superficie nell'ambito della PAC. Devono rispondere alle condizioni standard di ammissibilità ai pagamenti diretti, nonché ai requisiti aggiuntivi specifici per la canapa volti a garantire che nessuna coltura illecita riceva un sostegno. Gli agricoltori de-

vono utilizzare sementi certificate delle varietà elencate nel catalogo comune delle varietà delle specie di piante agricole dell'UE. In questo catalogo sono registrate 75 diverse varietà di canapa che dovrà avere un tenore di THC inferiore allo 0,3%. I paesi dell'UE possono decidere di concedere, a determinate condizioni, un sostegno aggiuntivo agli agricoltori che coltivano canapa. Il regime di sostegno accoppiato facoltativo per la canapa è attualmente attuato in Francia, Polonia e Romania. Gli agricoltori di canapa possono inoltre beneficiare del sostegno previsto dalle misure di sviluppo rurale concepito per agevolare gli investimenti, lo sviluppo delle conoscenze, la creazione di imprese, l'innovazione, l'organizzazione della catena di approvvigionamento, l'agricoltura biologica, la pro-

tezione dell'ambiente e l'azione per il clima.

La canapa apporta benefici ecologici per il suolo, sopprimendo erbe infestanti, patogeni e parassiti, quindi riducendo la necessità di erbicidi sintetici. In particolare l'azione nematocida [Bernard *et al.* 2022] che può essere sfruttata per alcune colture suscettibili all'infestazione da nematodi come patate, mais e piselli. La maggior parte delle prove di fertilità condotte in passato riguardavano la canapa da fibra con protocolli e fertilizzanti diversi rispetto alla canapa per infiorescenze e semi. La moderna coltivazione della canapa richiede una gestione intensiva e precise condizioni ambientali come la preparazione del letto di semina, il tipo di terreno, la durata del giorno, i tassi di semina, le date di semina e le date di raccolta.

I mille usi della canapa

Per secoli le fibre di canapa sono state impiegate per fabbricare tessuti particolarmente resistenti come le vele delle navi, cordami e nella preparazione della carta. Per capire quale fosse il ruolo chiave della canapa nell'economia si pensi che nel 1533 Re Enrico VIII d'Inghilterra, per soddisfare la crescente domanda di corde e tela da vela per la marina inglese, decretò che tutti i proprietari terrieri dovessero coltivare almeno un quarto d'acro ogni sessanta acri di terra a canapa o lino. Oggi con l'aumentato interesse nei confronti delle fibre naturali l'industria europea è costretta a importare filati e tessuti in canapa dalla Cina e altri Paesi asiatici, tuttavia alcuni imprenditori stanno pianificando un *reshoring* manifatturiero.

La canapa e in particolare le sue



Foto di David Gach

La canapa è particolarmente indicata per la rotazione delle colture e la prevenzione delle infestazioni.



Foto di H. Toyama

Per secoli le fibre di canapa sono state impiegate per fabbricare tessuti particolarmente resistenti come le vele delle navi, cordami e nella preparazione della carta.

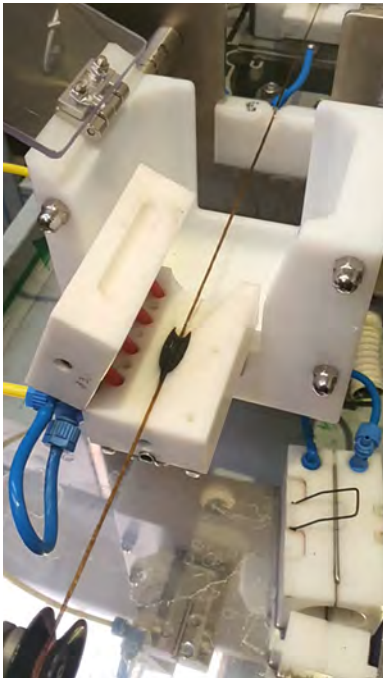


Fig. 1 Filo con canapa estruso e disteso per stampante 3D.

infiorescenze sono come una officina farmaceutica, dove i fitocannabinoidi sono i costituenti bioattivi più importanti e più abbondanti seguiti dai terpeni (oltre 200) che ne determinano anche il caratteristico profumo [Fordjour *et al.* 2022]. Ovvero monoterpeni (β -myrcene) e sesquiterpeni (β -caryophyllene), composti volatili isolati mediante idrodistillazione. Un processo particolarmente remunerativo è l'estrazione e la purificazione del CBD dalle infiorescenze per usi farmaceutici, veterinari, cosmetici e anche per alimenti funzionali. Data la complessità della separazione dei cannabinoidi gioca un ruolo fondamentale la composizione delle infiorescenze di partenza selezionate con alte percentuali in CBD (anche 20%). Prima dell'avvento dei pesticidi sintetici la canapa veniva utilizzata come repellente contro parassiti come acari, pulci e zanzare e contro gli artropodi che si nutrono delle piante. In questo contesto, la canapa può svolgere un ruolo nella lotta contro i parassiti in vari modi e ambiti [Ona *et al.* 2022]. Ad esempio piantandola insieme ad altre colture, utilizzando direttamente le sue parti fresche o essiccate, o ancora di-

rettamente le sue parti fresche o essiccate, applicando i suoi estratti o gli olii essenziali. Nello stelo della canapa troviamo fibre e canapulo le cui caratteristiche fisico-chimiche e meccaniche li rendono adatti ad essere applicati in vari settori industriali anche in miscela. Le fibre di canapa sono solitamente utilizzate come biomateriali di rinforzo per la produzione di tappeti isolanti da impiegare principalmente nei pannelli interni delle automobili e nelle costruzioni progettate con edilizia sostenibile. Un ottimo biomateriale per l'isolamento termoaustico con buona resistenza al fuoco [Ingrao *et al.* 2015]. I biocompositi plastici di canapa

possono rappresentare una valida alternativa ai prodotti in plastica pura o in legno per diverse applicazioni industriali. È stato dimostrato che il caricamento di canapa micronizzata in matrici polimeriche conferisce buone proprietà meccaniche, termiche e acustiche al composito risultante [Stevulova *et al.* 2013]. Importante obiettivo del progetto *Canapa New Tech* è la riduzione dell'uso di polimeri plastici, in conformità con le linee guida "United Nations Sustainable Development Goals (SDGs)". A tal fine, sono state utilizzate diverse percentuali di fibra e canapulo micronizzati ed essiccati e sottoposti a una fase



Fig. 2 Reattore combinato ultrasuoni/SC-CO₂.

di premiscelazione con diversi biopolimeri come il PLA (acido polilattico) oppure il PBAT (Novamont Spa) biodegradabili e compostabili secondo la norma UNI EN 13432. Sono quindi seguiti processi di estrusione o stampaggio a compressione, ottenendo dei materiali contenenti dal 25 fino al 50% di canapa. Una dettagliata caratterizzazione morfologica e strutturale delle nuovi biocompositi ha evidenziato buone interazioni polimero-canapa che dipendono dalla natura del polimero stesso piuttosto che dai carichi di canapa. Inoltre, l'analisi meccanica ha mostrato che l'inclusione della canapa può mantenere le proprietà fondamentali dei materiali in termini di prove di flessione e di impatto, poiché

le miscele testate hanno esibito valori dello stesso ordine di grandezza dei polimeri puri. Alcuni fili estrusi con il 20% di canapa micronizzata sono stati utilizzati in stampanti 3D per la realizzazione di vari manufatti (Fig. 1).

In ultimo il calcestruzzo di canapa, noto come "hempcrete" o blocchi di canapa, viene prodotto combinando una miscela di trucioli di stelo di canapa, acqua e un legante a base di calce per ottenere il materiale da costruzione [Jami *et al.* 2019]. Il calcestruzzo di canapa è una sostanza "carbon-negative", in quanto immagazzina più carbonio nel corso della vita degli edifici rispetto a quello emesso durante la costruzione e può fungere da

isolante termico autoportante con bassa conduttività termica. Sia il calcestruzzo di canapa che i pannelli pressati possono essere utilizzati nell'isolamento degli edifici e possono essere potenzialmente riciclati alla fine del ciclo di vita degli edifici. È atossico, efficiente dal punto di vista energetico e resistente a muffe e insetti. Può essere utilizzato per l'isolamento di pareti, pavimenti, coperture e altre applicazioni. Unico limite è la composizione porosa dei blocchi di canapa, che ne riduce la resistenza meccanica e aumenta la capacità di trattenere l'acqua, per cui può essere necessaria una filmatura superficiale.

Le tecnologie innovative

Le classiche tecnologie estrat-

FARMACEUTICA

COSMETICA

ERBORISTERIA

LABORATORIO

BOTTIGLIE ALIMENTARI

VASI-ALIMENTARI

CASALINGHI

GIZAMI

**Tu pensi al CONTENUTO...
Noi pensiamo al CONTENITORE!**

**Tel. 02 38100327 cell. 351 5416335
E-mail: info@gizami.it www.gizami.it**

**Via Newton, 11
20016 Pero Sud (MI) - Zona industriale**

tive come la macerazione o la percolazione con miscela idroalcolica richiedono tempi lunghi, hanno basse rese e scarsa selettività. Il grande interesse industriale è legato all'estrazione dei cannabinoidi, in particolare del CBD, utilizzando varietà a bassissimo contenuto in THC.

I cannabinoidi sono molecole lipofile con solubilità molto limitata in acqua, richiedono infatti solventi a bassa polarità. Ad esempio, il CBD ha una solubilità di circa 30 mg/mL in etanolo e oltre 100 mg/mL in esano. I solventi più utilizzati sono il metanolo, l'etanolo, il metil-*t*-butil etero (MTBE), e gli idrocarburi come butano liquido (in pressione), pentano, esano ed eptano. Tutti altamente infiammabili (richiedono impianti ed ambien-

ti ATEX di sicurezza) ed eccetto l'etanolo tossici per l'uomo e per l'ambiente. Una recente alternativa green come solvente non di origine fossile è il 2-metilossolano (o 2-metiltetraidrofurano) ottenuto da cellulosa ed emicellulosa [Cravotto *et al.* 2022], che può sostituire l'esano utilizzando i medesimi impianti. Dopo il parere favorevole dell'EFSA [EFSA Panel, 2022] nel 2023 anche la Commissione Europea ha approvato questo biosolvente per l'estrazione nell'industria alimentare come recentemente dimostrato per l'estrazione dei semi di canapa [Cravotto *et al.* 2024]. Negli ultimi anni varie tecnologie non-convenzionali hanno permesso di migliorare sia la resa estrattiva che la selettività. L'anidride carbonica

supercritica (SC-CO₂), metodo di elezione per decaffeinare il caffè, è una alternativa ecosostenibile e sicura per l'estrazione dei cannabinoidi, sebbene gli impianti che prevedono alte pressioni di esercizio siano molto costosi [Gallo-Molina *et al.* 2019]. Il processo estrattivo in SC-CO₂ è relativamente lento, per cui la combinazione con ultrasuoni ha permesso di migliorare nettamente la cinetica estrattiva, riducendo considerevolmente i tempi di processo [Menzio *et al.* 2020]. Nella figura 2 è rappresentato un reattore ibrido ultrasuoni/SC-CO₂ che sfrutta la cavitazione acustica generata a 25 kHz.

In generale tutti i metodi estrattivi hanno una capacità limitata di discriminare tra i diversi cannabinoidi, le cui strutture chimiche sono molto simili. Questo è il motivo per cui si ricorre a più fasi cromatografiche separative, per lo più basate sulla cromatografia flash per giungere alla concentrazione critica, ad esempio di CBD, per procedere con la cristallizzazione.

Un protocollo descritto dal nostro gruppo di ricerca prevedeva il recupero dell'olio essenziale dalle infiorescenze mediante idrodistillazione assistita da microonde (Fig. 3), quindi la biomassa residua veniva riestratta per recuperare i cannabinoidi (in buona parte decarbossilati) e altri componenti non volatili come i polifenoli [Gunjević *et al.*, 2021].

In Italia le preparazioni farmaceutiche di *Cannabis* terapeutica sono generalmente dispensate in soluzione di olio EVO secondo Farmacopea (F.U.). Ciò comporta una macerazione a caldo delle infiorescenze essiccate (FM1 o FM2 prodotte dallo Stabilimento Chimico Farmaceutico Militare di Firenze) [Casiraghi *et al.* 2018] previa

Fig. 3 Reattore per idrodistillazione-assistita da microonde.



decarbossilazione. La perdita del gruppo carbossilico inizia a 90°C, mentre la temperatura ottimale è di 115-120°C, più adatta per ottenere cannabinoidi “neutri” in almeno 40 minuti. Grazie a una nuova tecnologia a microonde recentemente descritta in letteratura [Binello *et al.* 2023] (Fig. 4), è stato possibile efficientare e standardizzare le due fasi del processo: 1) decarbossilazione diretta della matrice vegetale in un reattore rotante irradiato con microonde; 2) dissoluzione in olio EVO dei cannabinoidi in agitazione magnetica sempre in microonde.

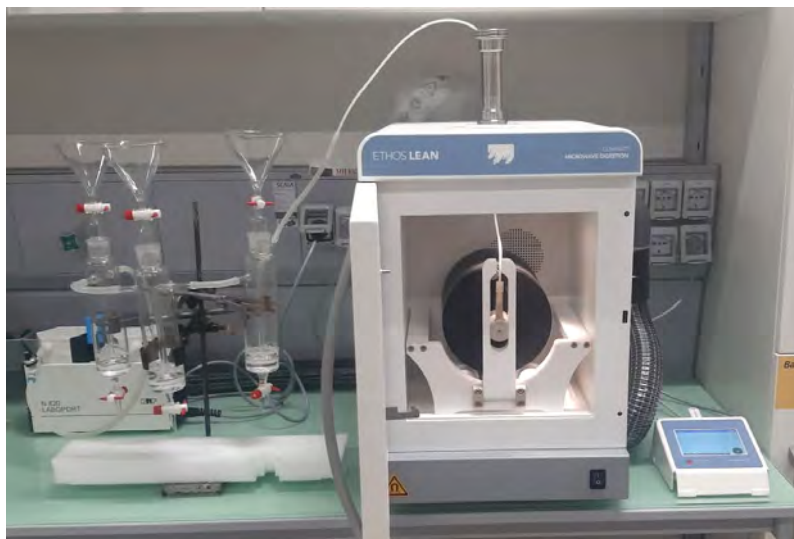


Fig. 4 Reattore a microonde per decarbossilazione e recupero della frazione terpenica.

Il medesimo reattore permette nella fase di decarbossilazione di intrappolare in olio o in soluzioni di ciclodestrine tutta la frazione terpenica volatile grazie a un leggero vuoto, con un flusso di aria che gorgoglia in tre trappole in sequenza [Boffa *et al.* 2024]. Il notevole interesse per la frazione terpenica come aromatizzante di sigarette elettroniche, di bevande (birra, tisane, cocktails ecc.) e alimenti (snack, prodotti di pasticceria ecc.), ha richiesto lo sviluppo di tecnologie industriali per recuperare grandi volumi di concentrati di aromi in fase acquosa. Il concentratore di aromi sottovuoto a multiplo effetto (MEFC - *Multiple Effect Fractional Condensation*) sfruttando le differenze di temperatura di ebollizione dei vari componenti, compie una condensazione frazionata con colonne fredde, arrivando a frazionare monoterpene da sesquiterpene [Lamberti *et al.* 2021] (Fig. 5).

In ultimo l'estrazione dei semi che tipicamente vengono pressati con un leggero riscaldamento, ottenendo un ottimo olio (buon rapporto omega-6 / omega-3) senza solventi. Il pannello residuo ricco di proteine ad alta digeribilità contiene ancora

dell'olio, per cui potrà essere dissolto con metiltetraidofurano oppure con SC-CO₂. Interessante è stato l'impiego dell'estrazione con acqua subcritica (es. 150°C a 5 bar), un processo non selettivo a elevate rese in estrat-

to [Cravotto *et al.* 2022] (Fig. 6). In pratica dopo evaporazione flash ed essiccamento in spray drier si ottiene un prodotto in polvere ricco in proteine, fibre solubili, lipidi e sali minerali, ottimo alimento ben bilanciato.



Fig. 5 Concentratore di aromi MEFC.



Fig. 6
Estrattore
ad acqua
subcritica.

Canapa ed Economia Circolare

La Commissione Europea ha definito un piano comune per l'economia circolare. Il settore tessile è considerato di cruciale importanza per la transizione verso un'economia verde e sostenibile. Basti pensare al terribile impatto ambientale delle microplastiche derivanti dai tessuti sintetici (poliesteri, poliammidi ecc.).

In Italia e buona parte dei Paesi europei dopo alcuni decenni di abbandono progressivo delle filiere produttive dei tessuti in canapa si sta cercando di recuperare una parte del settore

manfatturiero. Solo Romania, Bulgaria e Lituania hanno mantenuto alcune produzioni, ma la stragrande maggioranza è importata dalla Cina.

Vari operatori insieme ai centri di ricerca stanno sperimentando nuove tecnologie e nuovi modelli economico-produttivi per rendere economicamente sostenibile il "reshoring" della produzione dei tessuti in canapa.

Vari provvedimenti portano a una strategia globale dell'UE per i prodotti tessili sostenibili volta a creare un modello economico più sostenibile, innovativo e circolare.

Conclusioni

Le ricerche in corso su tecniche agronomiche ottimali per aumentare produttività e sostenibilità permetteranno di sfruttare appieno il potenziale di questa coltura, così come i processi di trasformazione a chilometro-zero mediante tecnologie non-convenzionali di intensificazione di processo. In linea con la "European Climate Law" del Parlamento Europeo l'incremento della coltivazione di canapa e lo sviluppo della filiera di trasformazione potranno giovare notevolmente all'ambiente e al benessere dell'uomo e degli animali.

Ringraziamenti

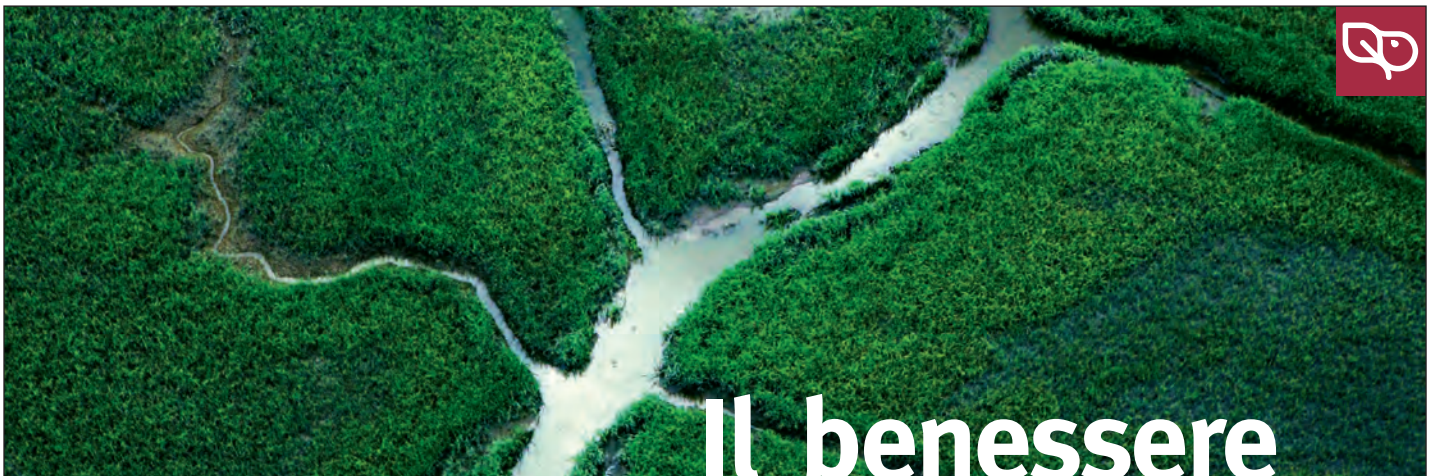
Si ringrazia la Regione Sicilia (PSR Sicilia 2014-2022 Sottomisura 16.1) per il finanziamento del progetto "Canapa New Tech".

* **UNIVERSITÀ DI TORINO, Dipartimento di Scienza e Tecnologia del Farmaco**

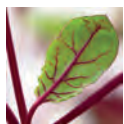
Bibliografia

1. Al-Khazaleh, A.K. *et al.* The Neurotherapeutic Arsenal in *Cannabis sativa*: Insights into Anti-Neuroinflammatory and Neuroprotective Activity and Potential Entourage Effects. *Molecules* **29**, 410 (2024).
2. Adesina, I. *et al.* A Review on the Current State of Knowledge of Growing Conditions, Agronomic Soil Health Practices and Utilities of Hemp in the United States. *Agriculture* **10**, 129 (2020).
3. Belwal, T. *et al.* Recent advances in scaling-up of non-conventional extraction techniques: Learning from successes and failures. *TrAC - Trends in Anal. Chem.* **127**, 115895 (2020).
4. Golia, E.E. *et al.* Investigating the potential of heavy metal accumulation from hemp. The use of industrial hemp (*Cannabis Sativa* L.) for phytoremediation of heavily and moderated polluted soils. *Sust. Chem. and Pharmacy* **31**, 100961 (2023).
5. Bernard, E.C. *et al.* Review of Nematode Interactions with Hemp (*Cannabis Sativa* L.) *J. Nematol.* **54**, 20220002 (2022).

6. Fordjour, E. *et al.* Cannabis: a multifaceted plant with endless potentials, *Frontiers in Pharmacol.* **14**, 1200269 (2023).
7. Ona, G. *et al.* The Use of *Cannabis sativa* L. for Pest Control: From the Ethnobotanical Knowledge to a Systematic Review of Experimental Studies. *Cannabis Cannabinoid Res.* **7**, 365-387 (2022).
8. Ingrao, C. *et al.* Energy and environmental assessment of industrial hemp for building applications: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* **51**, 29-42 (2015).
9. Stevilova, N. *et al.* Lightweight Composites Containing Hemp Hurds. *Procedia Eng.* **65**, 69-74 (2013).
10. Jami, T. *et al.* A review of the properties of hemp concrete for green building applications *J. Clean. Prod.*, **239**, 117852 (2019).
11. Cravotto, C. *et al.* Towards Substitution of Hexane as Extraction Solvent of Food Products and Ingredients with No Regrets. *Foods* **11**, 3412 (2022).
12. EFSA Panel on Food Contact Materials, Enzymes and Processing Aids (CEP), Safety assessment of 2-methylloxolane as a food extraction solvent. *EFSA Journal* **20**, 7138 (2022).
13. Cravotto, C. *et al.* Green extraction of hemp seeds cake (*Cannabis sativa* L.) with 2-methylloxolane: A response surface optimisation study. *Sust. Chem. and Pharmacy* **39**, 101509 (2024).
14. Gallo-Molina, A.C. *et al.* Extraction, Isolation and Purification of Tetrahydrocannabinol from the *Cannabis Sativa* L. Plant Using Supercritical Fluid Extraction and Solid Phase Extraction. *J. Supercrit. Fluids* **146**, 208 (2019).
15. Menzio, J. *et al.* Highly-efficient caffeine recovery from green coffee beans under ultrasound-assisted supercritical CO₂ extraction. *Processes*, **8**, 1062 (2020).
16. Gunjevi, V. *et al.* Selective recovery of terpenes, polyphenols and cannabinoids from *Cannabis sativa* L. inflorescences under microwaves. *Ind. Crops Prod.* **162**, (2021).
17. Casiraghi, A. *et al.* Extraction Method and Analysis of Cannabinoids in Cannabis Olive Oil Preparations. *Planta Med.* **84**, 242-249 (2018).
18. Binello, A. *et al.* A new prototype reactor for the fast microwave-assisted decarboxylation and extraction of cannabinoids in olive oil from Cannabis inflorescences. *Sust. Chem. and Pharmacy*, **36**, 101303 (2023).
19. Boffa, L. *et al.* Efficient Capture of Cannabis Terpenes in Olive Oil during Microwave-Assisted Cannabinoid Decarboxylation. *Molecules* **29**, 899 (2024).
20. Lamberti, L. *et al.* Microwave-assisted hydrodistillation of hop (*Humulus lupulus* L.) terpenes: A pilot-scale study. *Foods* **10**, (2021).
21. Cravotto, C. *et al.* Bioactive Antioxidant Compounds from Chestnut Peels through Semi-Industrial Subcritical Water Extraction. *Antioxidants* **11**, 988 (2022).



Il benessere è in circolazione



VegeVen®
OMEOSTAT
Circolazione in equilibrio

Scoprili qui



Via Copernico 5/7
20082 Binasco (MI)
tel 02 90781542

info@fitomedical.com
www.fitomedical.com



Una buona circolazione assicura l'equilibrio dell'intero organismo. Per preservarla VegeVen omeostat Capsule e Cremagel aiutano a mantenere l'efficienza di vene, arterie e capillari.

 **FITOMEDICAL**
star bene è naturale

