

# WHITEPAPER

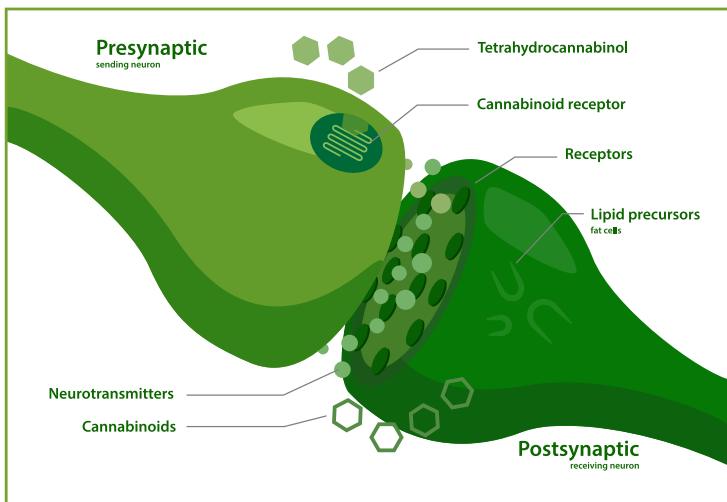
## Flusso di lavoro per l'estrazione della cannabis

Ottenere estratti di canapa indiana in modo sicuro ed efficiente

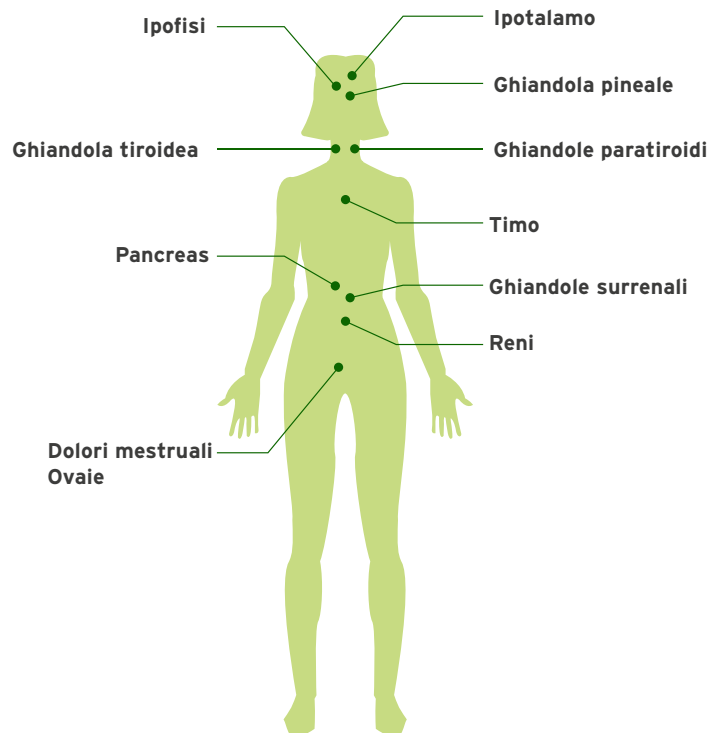
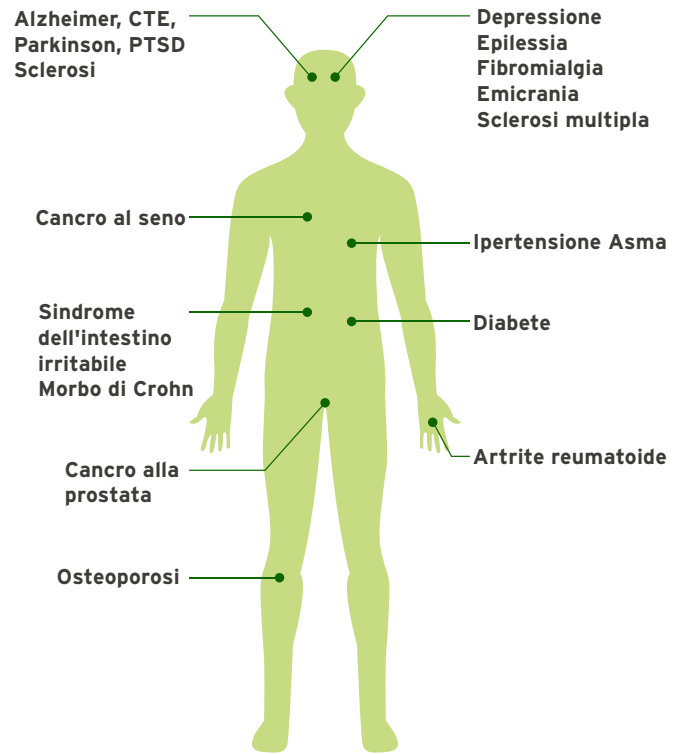
L'approccio sempre più liberale alla coltivazione e all'uso della pianta di canapa indiana in molte parti del mondo è gradito non solo a coloro che consumano la cannabis per i suoi effetti inebrianti. Quella che rappresenta probabilmente la più antica e utilizzata pianta medicinale dell'umanità è anche ricca di metaboliti che possiedono un potenziale farmacologico o terapeutico. Oltre alle case farmaceutiche, si sono posti l'obiettivo di sfruttare questo potenziale anche i produttori di cibi e bevande, integratori alimentari e prodotti per la cura della persona. E per una valida ragione: si stima che il fatturato del mercato globale della cannabis nel 2023 sia stato di circa 50 miliardi di euro, con un incremento del 15% all'anno fino al 2027 [1]. Un'attività redditizia, non da ultimo anche con i prodotti da banco a base di

canapa indiana. Tuttavia, questi vengono sottoposti a severi controlli, in quanto non devono contenere  $\Delta^9$ -tetraidro-cannabinolo (THC) in quantità rilevanti, ovvero l'ingrediente a cui si attribuisce l'effetto stupefacente della cannabis. Dall'altra parte, ci si chiede in che modo si ottenga la massima resa possibile delle sostanze contenute nella canapa indiana da cui si spera di ottenere l'utilità commerciale desiderata. La tecnica di estrazione riveste una notevole importanza. Il presente white paper illustra i diversi metodi ampiamente utilizzati e diffusi per l'estrazione dei cannabinoidi THC e CBD e mostra anche il ruolo svolto dalla temperatura, la quale deve essere regolata e impostata in modo ottimale per il successo del processo.

La cannabis, una specie botanica appartenente alla famiglia delle Cannabaceae, è probabilmente la più antica pianta utile e medicinale conosciuta, che secondo le ultime scoperte è stata domesticata per la prima volta in Asia orientale nel primo periodo del Neolitico. [2]. Dalla Cina ha fatto il giro del mondo passando per l'India e le prime civiltà del Vicino Oriente. La diffusione non è avvenuta solo per l'estrazione di fibre vegetali: dalla canapa si possono produrre corde, funi, reti, spago e filati [3]: Fonti storiche risalenti a 2000 anni prima della nascita di Cristo indicano che la cannabis veniva coltivata principalmente per essere utilizzata come sostanza stupefacente. Tale utilizzo si è diffuso in varie regioni del mondo: nel XIII secolo in Africa, nel XVI secolo in America Latina e nel XX secolo ha raggiunto il Nord America dal subcontinente indiano. [2].



Il CBD viene utilizzato anche per lenire il dolore neuropatico.



Integrare il CBD nella vita quotidiana può avere un effetto positivo sulla mente e sul corpo.

Finora sono stati identificati più di 530 composti diversi e chimicamente differenti derivanti dai metaboliti primari e secondari della pianta di canapa indiana.

Tra questi figurano circa 110 cannabinoidi, i più importanti attualmente sono il  $\Delta^9$ -tetraidrocannabinolo (THC), il cannabidiolo (CBD) e 140 terpeni. Questi ultimi sono particolarmente importanti per le loro proprietà organolettiche, il loro potenziale per l'impronta chimica delle diverse varietà e la loro interazione sinergica con i cannabinoidi. [7]

Oltre al suo effetto inebriante, attribuito in particolare al  $\Delta^9$ -tetraidrocannabinolo (THC), è stato presto individuato il potenziale terapeutico della cannabis. In Cina, ad esempio, è stata utilizzata per trattare un'ampia gamma di patologie, tra cui stitichezza, gotta, malaria, reumatismi, febbre, inappetenza, stati flemmatici e disturbi della comunicazione [4]. Oggi il potenziale farmacologico della cannabis, essenzialmente di due varietà la ***Cannabis sativa*** e la ***Cannabis indica*** [5], è comprovato. Sono stati dimostrati i suoi effetti terapeutici su diverse patologie, dal dolore cronico alla sclerosi multipla (SM), fino all'epilessia e all'ansia [6]. Ma cosa rende la canapa indiana un farmaco così utile?

Lontano dall'iniziale visione semplicistica secondo cui solo il  $\Delta^9$ -THC produca l'attività biologica della cannabis, Flavio A. Franchina, Lea M. Dubois e Jean-François Focant del Molecular Systems, Organic and

Biological Analytical Chemistry Group dell'Università di Liegi in Belgio, segnalano che numerosi studi hanno dimostrato l'importanza e l'interazione dei vari metaboliti presenti nella cannabis e hanno condotto alla scoperta e all'isolamento di nuovi composti attivi [7]. A seconda della varietà, la cannabis contiene un quantitativo superiore o inferiore di  $\Delta^9$ -THC e altri metaboliti endogeni, come il cannabidiolo (CBD), anch'esso un cannabinoide; e si ritiene che il CBD abbia effetti anticonvulsivi, antinfiammatori, analgesici, ansiolitici e calmanti [8]. Sebbene alcuni metaboliti della cannabis abbiano mostrato un effetto più intenso rispetto ad altri, l'equilibrio e l'interazione di tutti i metaboliti sono importanti per l'efficacia della canapa indiana. Questo non riguarda solo le applicazioni mediche, ma anche l'utilizzo della cannabis negli alimenti e nei cosmetici.

# Estrazione dei principi attivi della cannabis: passo dopo passo

Il successo della commercializzazione della cannabis non richiede solo una conoscenza approfondita della composizione chimica dei metaboliti primari e secondari in essa contenuti. Inoltre, i componenti di cannabis desiderati devono essere isolati in purezza e in modo efficiente, nonché raccolti in quantità rilevanti ai fini della preparazione. L'efficienza è un aspetto fondamentale. A tale scopo vengono utilizzate diverse

tecniche di estrazione scientificamente consolidate e collaudate, che hanno già dimostrato la loro validità in un'ampia gamma di applicazioni. Si tratta essenzialmente di tre metodi di estrazione a base di solventi che consentono di ottenere i componenti della cannabis dal materiale vegetale. Analizziamo i processi di lavoro di base.

## Estrazione

Processo di separazione in cui uno o più componenti vengono separati da una miscela composta da più sostanze solide, liquide o gassose mediante un agente di estrazione solido, liquido o gassoso. La preparazione del caffè in una macchina da caffè domestica rappresenta un esempio comune di estrazione, seguita da un processo di filtrazione per separare la fase liquida aromatica dalla polvere di caffè estratta.

## Distillazione

Processo di separazione termica per ottenere liquidi vaporizzabili o separare i solventi da sostanze difficili da vaporizzare, isolandoli e raccogliendoli per condensazione. Oltre all'apparecchiatura di distillazione, non sono necessari altri materiali come adsorbenti o solventi; la separazione dei componenti avviene solo attraverso l'apporto di energia termica e la considerazione della necessaria temperatura di ebollizione. Le distillerie, ad esempio, utilizzano la distillazione per ottenere bevande alcoliche come distillati di una morchia, ad esempio di cereali fermentati.

## Estrazione con fluidi supercritici

Una procedura sicura, atossica e rispettosa dell'ambiente per estrarre o rimuovere ingredienti da fonti vegetali è rappresentata dall'estrazione di materiale vegetale adeguatamente trattato con anidride carbonica supercritica ( $\text{CO}_2$ ). Questa forma di estrazione con fluidi viene utilizzata, ad esempio, per decaffeinare i chicchi di caffè, ottenere nicotina dal tabacco, nonché nella produzione di oli essenziali o anche nell'estrazione del luppolo per la produzione di birra. Questa procedura viene utilizzata anche per ottenere dalla canapa indiana una resina ricca di cannabinoidi.

In questo caso, la  $\text{CO}_2$  viene portata in uno stato supercritico modificandone la pressione; le proprietà dell'anidride carbonica allo stato supercritico sono a metà strada tra gassose e liquide, per cui l'anidride carbonica supercritica presenta la stessa densità di un liquido, ma possiede la viscosità di un gas.

L'estrazione dei componenti della cannabis avviene mentre l'anidride carbonica supercritica passa attraverso una camera che contiene il materiale composto da canapa. Infine, quando la pressione viene ridotta, l'anidride carbonica evapora lasciando come residuo l'estratto di cannabis privo di solventi (vedasi fig. 1: diagramma di fase dell'anidride carbonica).

A proposito: regolando la temperatura e la pressione, i sistemi  $\text{CO}_2$  possono fornire estratti con un profilo di terpenico completo. Delle sofisticate apparecchiature di estrazione consentono il frazionamento e l'estrazione isolata dei componenti desiderati. Inoltre, se il sistema è dotato di un refrigeratore integrato, l'anidride carbonica utilizzata può anche essere liquefatta e riciclata. D'altra parte, il riscaldamento a circolazione dell'evaporatore a temperature di circa  $30\text{ }^\circ\text{C}$  garantisce estratti di elevata purezza, permettendo di rimuovere completamente l'anidride carbonica dall'estratto. Un controllo costante e accurato della temperatura di entrambi i componenti è fondamentale per una gestione sicura e affidabile del processo, nonché per un alto grado di selettività e resa.

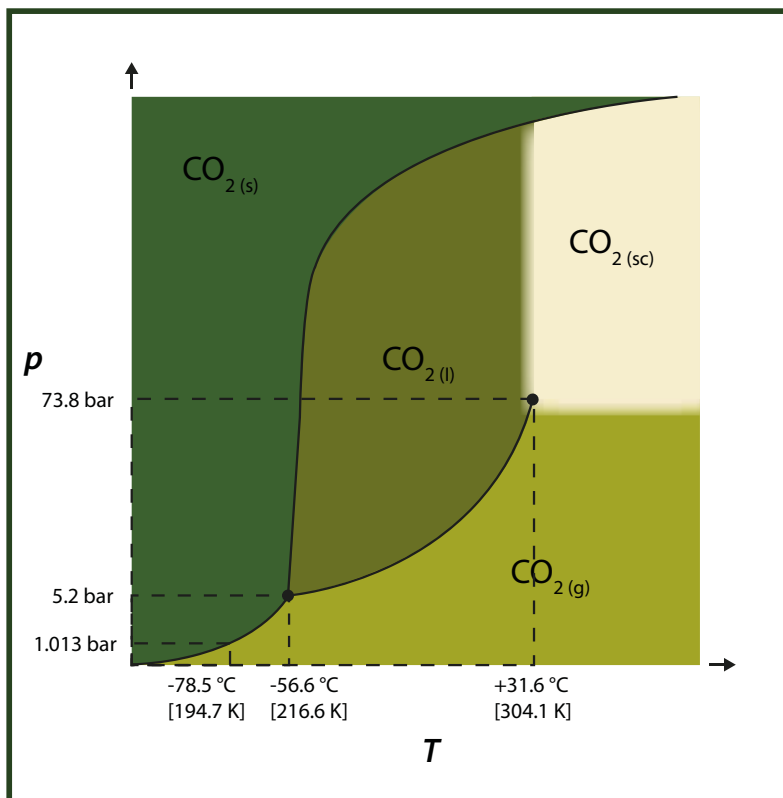


Fig. 1: diagramma di fase dell'anidride carbonica

## Estrazione con idrocarburi liquidi

Una procedura diffusa per l'estrazione di ingredienti vegetali è l'uso di idrocarburi liquidi a basso peso molecolare come il butano o il propano, come quelli utilizzati nei normali accendini domestici. L'idrocarburo liquido viene prima fatto passare attraverso un letto di materiale di canapa e poi filtrato per ottenere un estratto di solvente contenente gli ingredienti vegetali desiderati e privo di componenti di matrice interferenti. La fase successiva consiste nella riduzione della pressione, che induce l'evaporazione dell'idrogeno liquido e rilascia un estratto ricco di cannabinoidi privo di solventi.

L'estrazione con idrocarburi liquidi richiede particolari precauzioni di sicurezza a causa della natura altamente infiammabile del composto utilizzato. Le basse temperature sono necessarie per mantenere gli idrocarburi sotto pressione allo stato liquido.

Le unità di controllo della temperatura di ricircolo (TCU), che consentono la refrigerazione a -60 °C (-76 °F) e oltre, facilitano la gestione del processo. Nel contempo, per l'evaporazione completa degli idrocarburi utilizzati e l'ottenimento di un estratto privo di solventi è necessaria una distribuzione del calore il più omogenea possibile. La capacità di raffreddamento e riscaldamento delle TCU devono corrispondere a quelle richieste dall'ambito di applicazione.

## Distillazione sottovuoto

Distillazione a pressione ridotta: Collocando una miscela liquida sottovuoto, i punti di ebollizione del fluido da separare si abbassano; gli equilibri termici si spostano, con effetti positivi sulle prestazioni di separazione. Tuttavia, il sottovuoto riduce anche la densità di vapore e la velocità di distillazione, questo significa che sono presenti meno molecole per unità di spazio. Ciò influisce sulla velocità di distillazione; ove possibile, si cerca di effettuare la distillazione in condizioni atmosferiche, in quanto il procedimento risulta più rapido. D'altra parte, il carico termico dei componenti sensibili alla temperatura si presenta ridotto sottovuoto, il che a sua volta produce un effetto positivo sul risultato della distillazione. Se i tempi di riscaldamento possono essere ridotti, anche la velocità del processo può essere influenzata positivamente.

## Decarbossilazione

Reazione chimica in cui una molecola, spesso catalizzata a temperature più elevate o in modo enzimatico, viene scissa da una molecola di anidride carbonica. L'azione del calore facilita e promuove l'estrazione dei cannabinoidi THC e CBD, i quali sono presenti nella pianta di cannabis in gran parte sotto forma di acidi carbonici farmacologicamente inattivi (THC-A e CBD-A). Durante la decarbossilazione, una molecola di anidride carbonica viene decomposta sotto l'azione del calore ed entrambi i composti vengono convertiti nelle loro forme fenoliche attive (THC e CBD). Il materiale vegetale essiccato viene tritato e riscaldato a 100-150 °C per un certo periodo di tempo. Per gli estratti, il processo di decarbossilazione avviene dopo l'invernamento, riscaldando l'estratto di olio risultante (100-160 °C)

## Invernamento

Procedura per stabilizzare gli oli alimentari cristallizzando e filtrando i composti grassi flocculati come cere e gliceridi con un elevato punto di fusione a temperature fino a 5 °C. L'invernamento può essere utilizzato per separare sostanze che non si differenziano o si differenziano solo in misura limitata a causa di punti di ebollizione simili sulla base dei loro punti di fusione, quindi attraverso la transizione di fase in forma solida-liquida, anziché in forma gassosa-liquida.

## Estrazione con etanolo

L'alcol è in grado di attraversare con facilità le pareti e le membrane cellulari delle piante e di dissolvere delicatamente le sostanze contenute nelle cellule. Questa proprietà viene sfruttata anche nell'estrazione di cannabinoidi dalla pianta di cannabis, utilizzando come solvente l'etanolo di qualità alimentare o USP (Farmacopea degli Stati Uniti). L'estrazione con alcol mostra un'ampia variazione in relazione ai contenitori e ai reattori utilizzati. Tuttavia, il tempo di permanenza del materiale vegetale nell'alcol e la temperatura risultano determinanti per il processo di estrazione. L'etanolo viene comunemente raffreddato a -20 °C (-4 °F) e poi pompato in un contenitore contenente cannabis. Quando si utilizza un contenitore rivestito per raffreddare l'etanolo, una TCU a bassa temperatura funge da fonte di refrigerazione. Al termine del tempo di infusione, la soluzione viene filtrata oppure il materiale vegetale lisciviato viene rimosso come una bustina di tè da una tazza.

L'estratto risultante viene concentrato rimuovendo l'etanolo sotto forma di olio. In genere, per questa fase vengono utilizzati evaporatori rotanti, evaporatori a film cadente o un sistema di distillazione sottovuoto discontinuo.



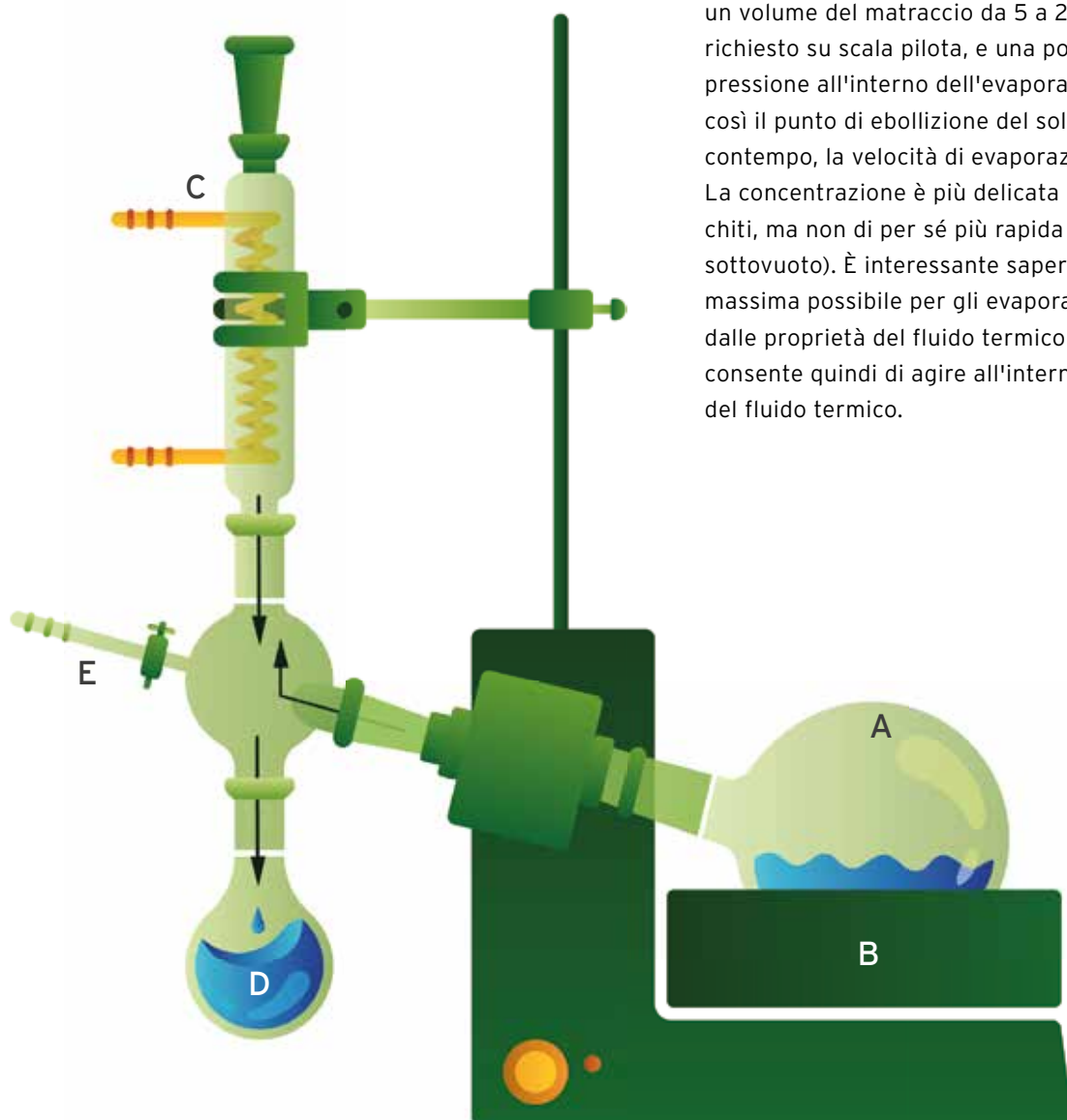
## Depurazione degli estratti di cannabis

Una volta rimosso il solvente utilizzato, tutti i metodi di estrazione descritti producono un olio. Oltre a terpeni, THC, CBD e altri metaboliti della cannabis, questo olio contiene cere vegetali, lipidi ed eventualmente clorofilla, che nel momento in cui l'olio viene versato in etanolo e conservato a temperature inferiori al punto di congelamento possono precipitare. I componenti indesiderati e

interferenti della matrice possono essere rimossi mediante filtrazione. A seconda del rispettivo scopo di utilizzo, è necessaria un'ulteriore purificazione dell'estratto (invernamento) e la sua concentrazione per ottenere un isolato altamente puro adatto anche ad applicazioni mediche. In questo caso vengono comunemente e largamente utilizzati gli evaporatori rotanti.

### Evaporatore rotante

Fin dalla sua invenzione nel 1950, l'evaporatore rotante si è rivelato uno strumento prezioso per ottenere isolati altamente puri. Gli evaporatori rotanti consentono la rimozione controllata del solvente sottovuoto. Sono disponibili evaporatori rotanti di diverse dimensioni con un volume del matraccio da 5 a 20 litri e oltre, come richiesto su scala pilota, e una pompa per vuoto riduce la pressione all'interno dell'evaporatore rotante, abbassando così il punto di ebollizione del solvente da rimuovere: nel contempo, la velocità di evaporazione si riduce sottovuoto. La concentrazione è più delicata per i cannabinoidi arricchiti, ma non di per sé più rapida (vedasi distillazione sottovuoto). È interessante sapere che: la temperatura massima possibile per gli evaporatori rotanti è limitata dalle proprietà del fluido termico (acqua/olio). Il vuoto consente quindi di agire all'interno della finestra di lavoro del fluido termico.



Sequenza del processo di evaporazione durante l'evaporazione rotante.



## Ecco come avviene il processo di evaporazione:

Di solito il matraccio di distillazione (A) viene riempito per metà con l'estratto di solvente. Il bagnomaria (B) viene riscaldato a 30-40 °C. La temperatura del condensatore (C), regolata da un ricircolatore di raffreddamento, viene impostata tra -10 e 0 °C (riduzione del tasso di decomposizione termica dei cannabinoidi). Una volta che il bagnomaria e il refrigerante hanno raggiunto i valori nominali, il matraccio di distillazione viene fatto ruotare a 150-200 giri/min e il fluido viene trascinato sulla parete interna del matraccio di vetro sotto forma di film sottile. Ciò amplia la superficie della soluzione e la velocità di evaporazione del solvente aumenta. L'applicazione di un vuoto adeguato al sistema (E) riduce il punto di ebollizione. Il vuoto deve essere impostato in modo che la temperatura del vapore di etanolo sia compresa tra i 15 e i 20 °C. Quest'ultimo si condensa e si raccoglie nel matraccio di distillazione (D).

La riproducibilità può essere ottimizzata con poche

impostazioni. Sequenza del processo di evaporazione durante l'evaporazione rotante (vedasi fig. a sinistra)

### In breve:

Se il tasso di evaporazione viene aumentato riducendo il vuoto e/o incrementando la temperatura del bagnomaria, il condensatore può sovraccaricarsi perché il tasso di evaporazione supera la capacità di condensazione del ricircolatore di raffreddamento. In questo caso, il vapore di etanolo fluisce all'interno della pompa per vuoto attraverso il condensatore, il che, a seconda dell'apparecchiatura, potrebbe non avere conseguenze o causare il guasto totale della pompa. Per aumentare la produttività, gli evaporatori rotanti possono essere ampliati caso per caso e dotati, ad esempio, di un controllo automatico del vuoto e di accessori di riempimento (manuali e automatici).



Refrigeratore a immersione  
JULABO FT900.

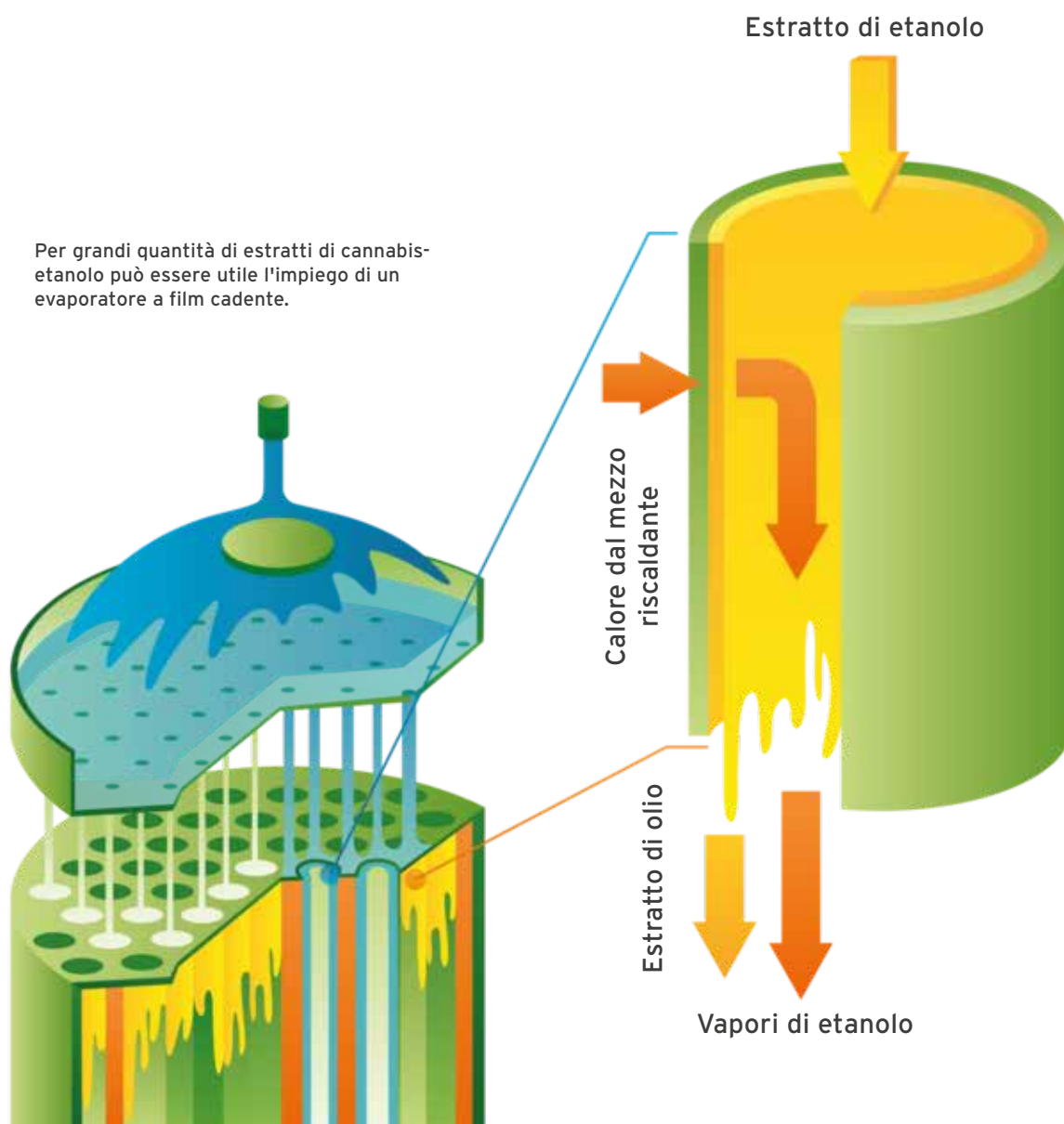


Refrigeratore a immersione  
JULABO FT200

Inoltre, la maggior parte delle pompe per vuoto è dotata di una trappola a freddo a monte per il suddetto motivo. All'interno di quest'ultima i componenti volatili che attraversano il condensatore principale vengono separati a temperature comprese tra -40°C e -90°C per evitare che raggiungano la pompa. Per il funzionamento della trappola a freddo è adatto un refrigeratore a immersione, ad esempio il modello Julabo FT-200 o FT-900.

## Evaporazione a film cadente

Se è necessario manipolare grandi quantità di estratto di etanolo di cannabis, può risultare utile l'impiego di un evaporatore a film cadente. In parole povere, gli evaporatori a film cadente sono scambiatori di calore a fascio tubiero orientati verticalmente. Sottovuoto, la soluzione di etanolo passa attraverso uno o più tubi riscaldati esternamente, in cui l'etanolo evapora. Il vapore si raccoglie in un condensatore o una trappola a freddo, mentre l'estratto di cannabis, che possiede un punto di ebollizione più elevato, scorre verso il basso lungo la parete interna del tubo depositandosi in un recipiente di raccolta. Questa procedura offre un'elevata capacità di evaporazione con un breve intervallo di esposizione termica dell'estratto, consentendo al tempo stesso un funzionamento continuo. Tuttavia, questo dispositivo richiede circolatori di riscaldamento adeguatamente dimensionati per facilitare il processo di evaporazione e refrigeranti per condensare il vapore di etanolo.



# Ottenimento di estratti di cannabis di elevata purezza

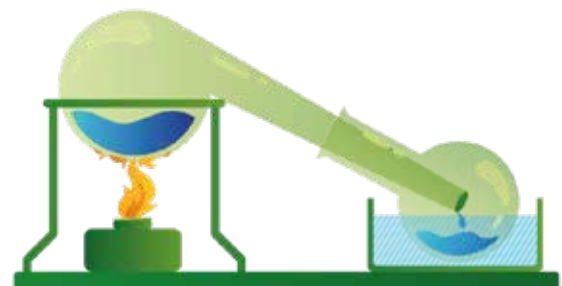
Non da ultimo, le applicazioni mediche e di altro tipo richiedono l'utilizzo di estratti di THC e CBD di elevata purezza. Il  $\Delta^9$ -tetraidrocannabinolo (THC) non deve inoltre essere presente in quantità rilevanti nei prodotti da banco contenenti canapa indiana o CBD. Un obiettivo importante della gestione del processo può quindi essere quello di ridurre il contenuto di THC per eliminare l'effetto psicoattivo associato previsto e ottenere un prodotto ricco di CBD.

Le procedure di distillazione sono adatte a questo scopo solo in misura limitata: mentre i terpeni si prestano relativamente bene alla separazione tramite distillazione, con il THC (157 °C) e il CBD (160-180 °C) questa non è possibile; pertanto il THC non può essere distillato. Tuttavia, è possibile impostare in misura limitata il rapporto tra CBD e TCH selezionando il materiale vegetale adatto (varietà, coltura). Per rimuovere i componenti con procedimenti tecnici sono necessari metodi cromatografici adeguati.

## Opzioni di distillazione sottovuoto

### DISTILLAZIONE DALL'ALTO

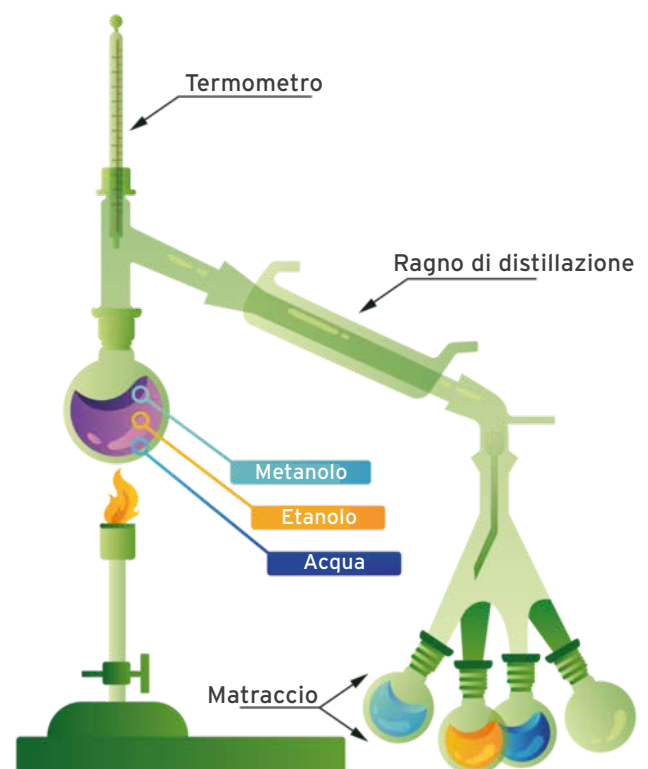
Forma semplice di separazione di miscele liquide tramite distillazione. L'olio viene riscaldato in un matraccio sottovuoto (che dispone solitamente di una piastra riscaldante con agitatore magnetico) dotato di un adattatore per la distillazione a percorso breve. Un ricircolatore di raffreddamento assicura la refrigerazione del condensatore o la condensazione dei vapori. Questa forma di distillazione, utilizzata per la separazione dei solventi o talvolta anche nel settore degli alcolici, si rivela inadatta per l'estrazione di estratti di cannabis: il tempo prolungato di permanenza del campione nel matraccio ad alta temperatura e a pressione normale può causare la decomposizione dei cannabinoidi.



Distillazione dall'alto: forma semplice di separazione di miscele liquide tramite distillazione.

### DISTILLAZIONE FRAZIONATA

Per ottenere risultati di separazione migliori, le miscele di sostanze liquide possono essere distillate in modo frazionato, ovvero il distillato viene depositato in un recipiente di raccolta separato a seconda del suo punto di ebollizione. Se la temperatura del vapore aumenta, indicando una nuova frazione di composto o miscela, la posizione dei matracci di raccolta viene regolata per isolare le varie frazioni.



Distillazione frazionata: per ottenere risultati di separazione migliori, le miscele di sostanze liquide vengono distillate in modo frazionato.

## DISTILLAZIONE A FILM SOTTILE

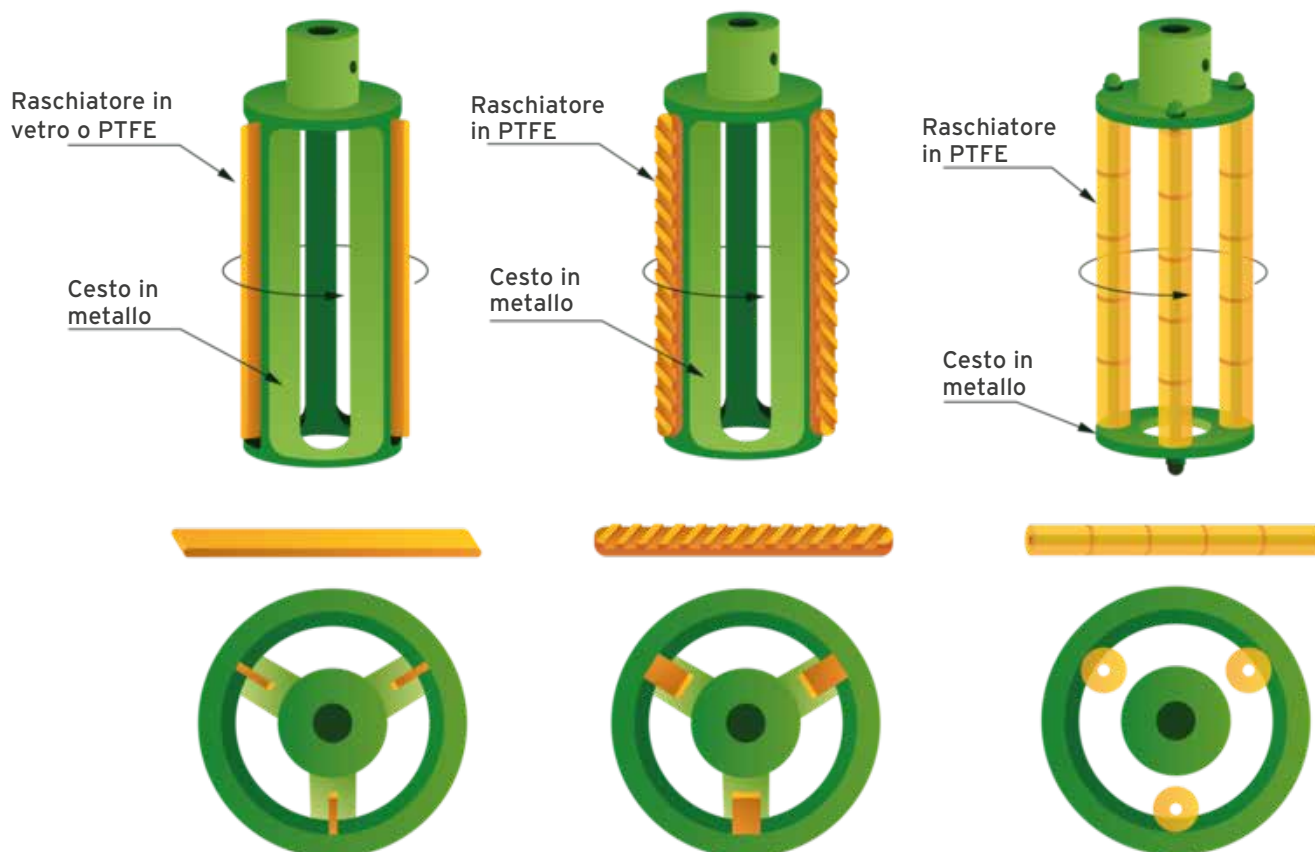
Questa variante di distillazione orizzontale o verticale (Wiped-Film) può avvenire in lotti o maniera continua: a seconda dell'applicazione, l'olio viene versato sulla parte superiore di un cilindro verticale riscaldato a pressione atmosferica o sottovuoto (fino a circa 1 mbar). Attraverso raschiatori o rulli rotanti, l'olio viene depositato sotto forma di film sottile sulla superficie riscaldata.

La condensazione del vapore può avvenire in diversi modi: mediante un evaporatore a film sottile a percorso breve con condensatore interno o separato fisicamente attraverso un evaporatore a film sottile con colonna esterna, prolungando così il percorso di condensazione. Durante il processo la condensa e i residui ad alta temperatura si depositano sul piatto dei recipienti di raccolta. Il vantaggio principale di questa tecnica è la riduzione del tempo di esposizione dell'olio alle alte temperature. La possibilità di passare al funzionamento continuo aumenta la produttività. Un riscaldatore a circolazione controlla la temperatura del serbatoio di alimentazione e del corpo esterno rivestito del film di raschiatura.

I criostati di circolazione raffreddano il condensatore e la trappola a freddo. Per ottenere la composizione desiderata dei componenti nel distillato, è necessario ottimizzare la velocità di alimentazione, il vuoto e le temperature. La purezza e la composizione desiderate del distillato possono essere ottenute regolando con precisione il processo. La distillazione a film sottile è adatta per separare i terpeni dalla frazione pesante, cioè i cannabinoidi e i residui di matrice nel pozzetto.

## DISTILLAZIONE A PERCORSO BREVE/ MOLECOLARE

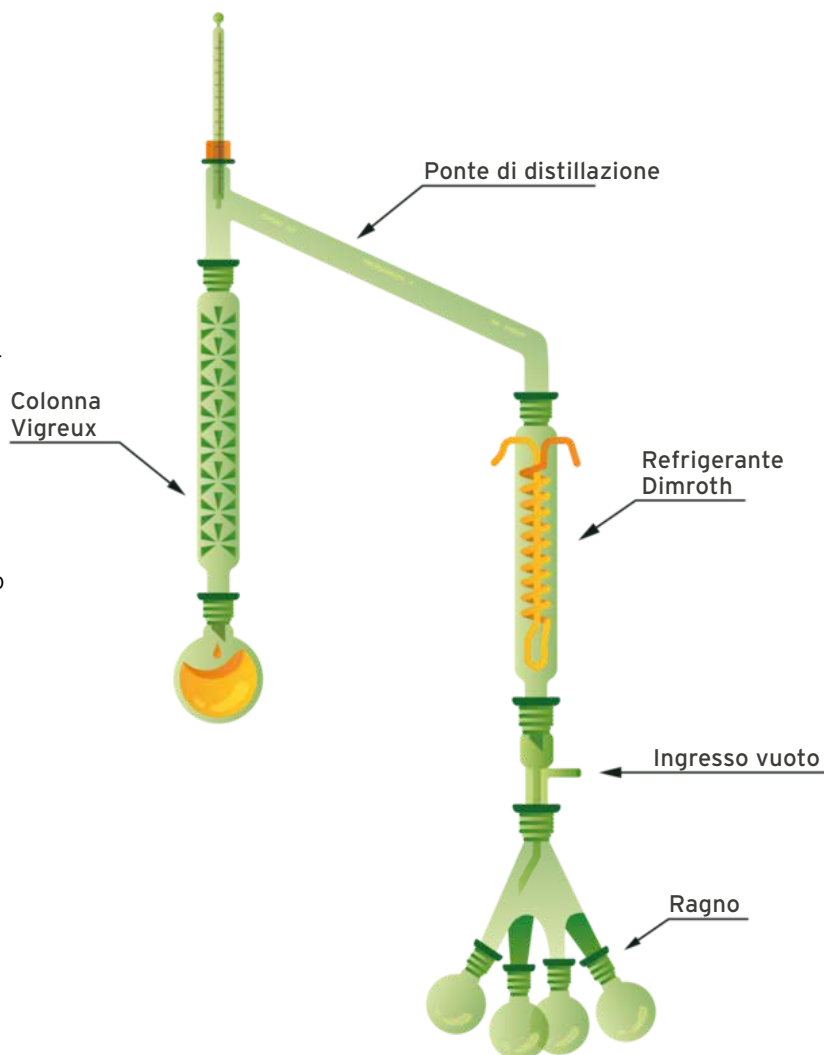
Variante della distillazione Wiped-Film per l'utilizzo in alto vuoto (inferiore a  $10^{-2}$  mbar). L'evaporatore e il condensatore devono trovarsi uno vicino all'altro, ecco perché prende il nome di distillazione a percorso breve. Il vuoto, a sua volta, deve essere tale che la lunghezza del percorso libero di una molecola vaporizzata risulti maggiore della distanza tra l'evaporatore e il condensatore. In queste condizioni, il punto di ebollizione può essere abbassato al massimo e i cannabinoidi presenti nel vapore possono essere separati dalla frazione del pozzetto più pesante.



La distillazione a film sottile è adatta per separare i terpeni dalla frazione pesante.

## RETTIFICA

**D**istillazione monocolonna: per migliorare le prestazioni di separazione di un impianto di distillazione è possibile utilizzare una colonna. Questa colonna può essere costituita da diversi tipi di colonne (Vigreux, Oldershaw, ecc.) che consentono una separazione più precisa dei componenti. Per una migliore comprensione: durante la distillazione, l'equilibrio tra la fase liquida e la fase vapore si stabilisce una sola volta sulla superficie del liquido; si tratta, per così dire, del primo stadio di separazione. Nelle colonne (colonne a piatti, colonne a impaccamento, ecc.), il vapore ascendente e la condensa discendente interagiscono più volte su ciascun piatto di una colonna a piatti o fluendo lungo una colonna a impaccamento. In questo modo è possibile realizzare più fasi di separazione; con un impaccamento ad alte prestazioni, ad esempio, fino a 100 piatti, che equivalgono a 100 singole distillazioni dall'alto in serie. Questo significa che la lunghezza della colonna di frazionamento con le sue sporgenze, i suoi piatti o il suo materiale di impaccamento fa sì che si stabilisca più volte un equilibrio tra il vapore e il liquido, favorendo la separazione dei componenti.



Rettificazione: la distillazione monocolonna può migliorare le prestazioni di separazione di un impianto di distillazione.

## A proposito di temperatura

**Q**uando si tratta di ottenere estratti di cannabis e cannabinoidi con la purezza e la selettività desiderate sono necessarie attrezzature tecniche adeguate. Il controllo e il monitoraggio della temperatura di processo sono fondamentali per il successo dell'estrazione. La resa e la purezza massime dell'estrazione possono generalmente essere ottenute solo se tutti i parametri di processo e lavorazione sono regolati con precisione. Un colloquio con i fornitori di dispositivi per la regolazione della temperatura dei liquidi

offre informazioni sui processi, sui metodi e sugli standard di base e, in linea di principio, consente di scegliere il prodotto giusto. È importante che la temperatura venga presa in considerazione fin dall'inizio nella valutazione del dispositivo. I sistemi di regolazione della temperatura dei liquidi di alta qualità, dotati delle capacità di riscaldamento e/o raffreddamento necessarie, esercitano un impatto positivo sulla resa del materiale, sulla qualità e sulle tempistiche di produzione.

## JULABO: il punto di riferimento principale per la tecnologia di regolazione precisa della temperatura

JULABO è uno dei principali produttori mondiali di dispositivi di regolazione della temperatura negli ambiti della ricerca, dell'industria e della scienza. Da più di cinque decenni, i nostri prodotti premium offrono ai nostri clienti la temperatura esatta al momento desiderato. Promuoviamo lo sviluppo nella tecnologia di regolazione della temperatura con competenza e passione, guidati dalla responsabilità che ci assumiamo in qualità di azienda leader nel mercato mondiale.

A proposito: se siete interessati a visionare un moderno impianto di distillazione gestito dalla Pilodist GmbH di Meckenheim, la cui temperatura viene perfettamente controllata dai termostati da laboratorio JULABO, fate clic qui o scansionate il codice QR.

In sintesi: Pilodist GmbH, con sede a Meckenheim, è un'azienda leader mondiale nella fornitura di impianti e sistemi per la separazione termica, la ricerca, lo sviluppo e il controllo qualità. In qualità di partner di lunga data, JULABO fornisce in modo affidabile le temperature esatte per tutti i processi dei vari impianti di distillazione. JULABO controlla la temperatura degli impianti di Pilodist con diversi prodotti come termostati di riscaldamento, criostati di circolazione e refrigeratori a immersione. Vengono utilizzati nelle seguenti applicazioni: distillazione del greggio, evaporatori a film sottile, impianti di distillazione pilota, estrazione della cannabis.



Superior  
**TEMPERATURE**  
TECHNOLOGY for a  
better **Life**



A voi la scelta

Il team di JULABO vi supporterà in tutte le questioni relative ai processi di estrazione, lavorazione, riscaldamento e raffreddamento. Fate clic qui per contattare subito uno dei nostri esperti.



## Riferimenti

[1] <https://de.statista.com/outlook/hmo/cannabis/weltweit#umsatz>

[2] Ren et al., Large-scale whole-genome resequencing unravels the domestication history of Cannabis sativa, Science Advances 7, 29 (2021), <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abg2286>

[3] (Indischer) Hanf - Cannabis, Kooperation Phytopharmaka, Arzneimittellexikon, <https://arzneipflanzenlexikon.info/cannabis.php>, 16.11.2021

[4] Alexandra Latour, Die Geschichte von Cannabis als Medizin, Leafly 11.06.2018, <https://www.leafly.de/die-geschichte-von-cannabis-als-medizin/>

[5] Alexandra Latour, Cannabis Sorten: Indica, Sativa und Ruderalis - Das sind die Unterschiede, Leafly (2018), <https://www.leafly.de/indica-sativa-ruderalis-cannabis-sorten/>

[6] Arno Hazekamp, Katerina Tejkalová e Stelios Papadimitriou, Cannabis: From Cultivar to Chemovar II—A Metabolomics Approach to Cannabis Classification, Cannabis und Cannabinoid Research 1 (2016) 202-215, <https://doi.org/10.1089/can.2016.0017>

[7] Falvio A. Franchina, Lea M. Dubois e Jean-François Focant, In-Depth Cannabis Multiclass Metabolite Profiling Using Sorptive Extraction and Multidimensional Gas Chromatography with Low and High-Resolution Mass Spectrometry, Analytical Chemistry 92 (2020) 10512-10520, <https://dx.doi.org/10.1021/acs.analchem.0c01301>

[8] [15] Cannabidiol (CBD) Wirkung & Fakten, Krankenkassen Zentrale, <https://www.krankenkassenzentrale.de/wiki/cbd>

Illustrazioni: Agenzia digitale YipYips, Philipsstraße 2, 52068 Aquisgrana, Germania, [hi@yipypips.de](mailto:hi@yipypips.de), [www.yipypips.de](http://www.yipypips.de)