

WHITEPAPER

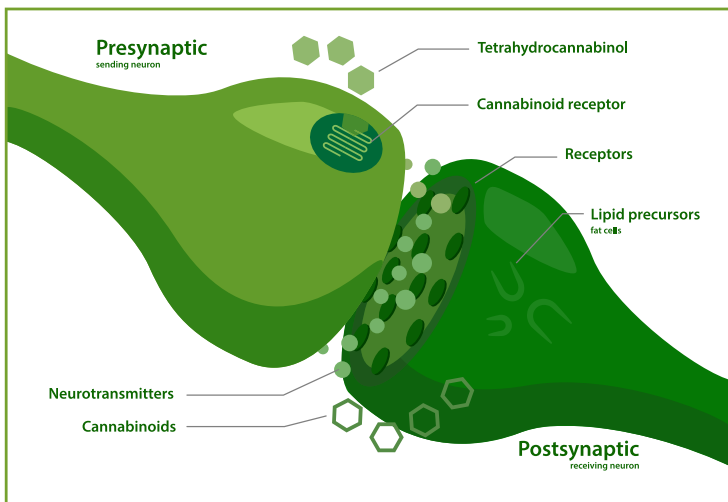
Cannabisworkflow

Hennepextracten veilig en efficiënt inwinnen

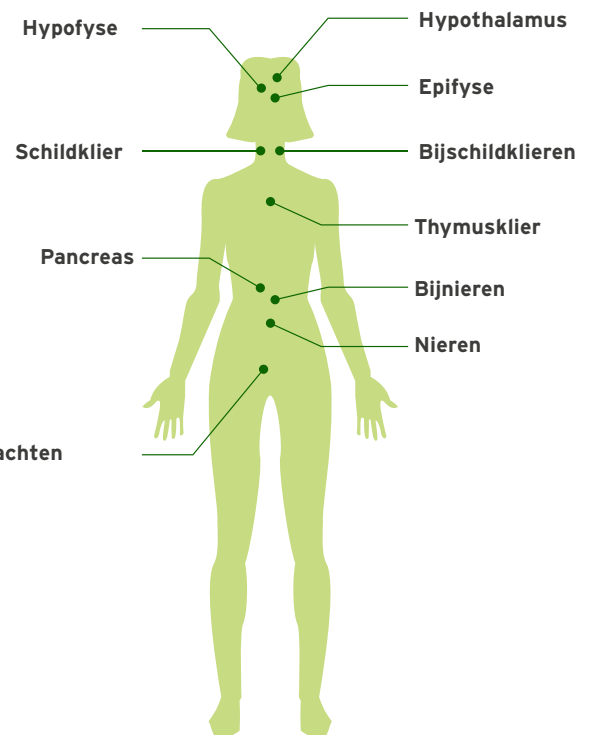
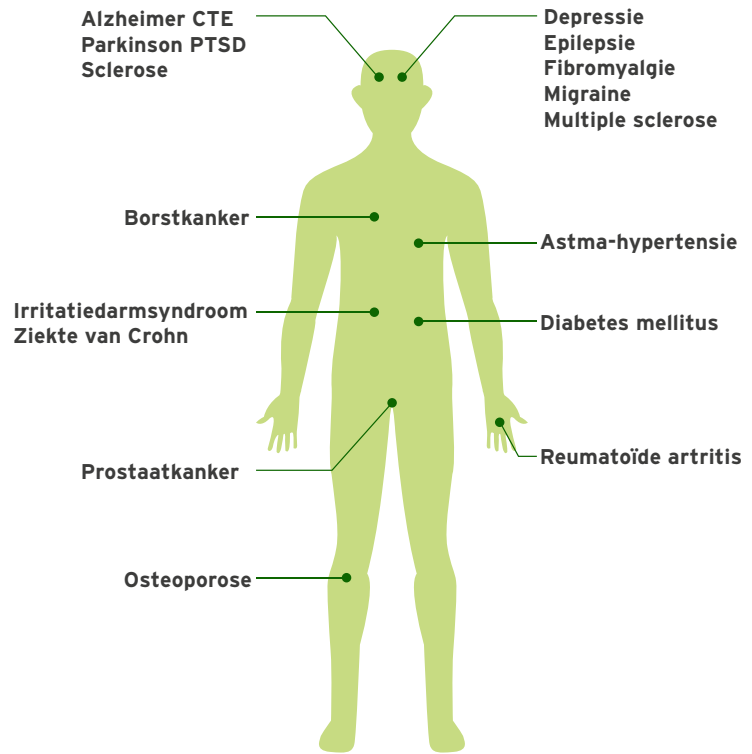
De toenemende liberalisering van de teelt en het gebruik van de hennepplant in veel delen van de wereld doet niet alleen het hart sneller kloppen van degenen die cannabis gebruiken omwille van zijn bedwelmende werking. De wellicht oudste geneeskrachtige en nuttige plant van de mensheid is ook rijk aan stofwisselingsproducten die een farmacologisch en therapeutisch potentieel hebben. Niet alleen producenten van farmaceutica, maar ook fabrikanten van voedingssupplementen, dranken en persoonlijke verzorgingsproducten hebben zich ten doel gesteld om dit potentieel te vergroten. Niet voor niets: naar schatting bedroeg de omzet op de wereldwijde cannabismarkt in 2023 ongeveer 50 miljard euro, en die zal stijgen met 15 procent per jaar tot 2027 [1]. Een lucratieve zaak, niet in de laatste plaats door de vrij

verkrijgbare hennepproducten. Die zijn echter onderworpen aan strenge controles en mogen geen Δ^9 -tetrahydrocannabinol (THC) bevatten in relevante hoeveelheden. THC is het ingrediënt waaraan de bedwelmende werking van cannabis wordt toegeschreven. Aan de andere kant is er de vraag hoe de hoogst mogelijke opbrengst van die hennepbestanddelen kan worden bereikt waarvan men hoopt het gewenste commerciële voordeel te behalen. De extractietechniek is hierbij van groot belang. In deze whitepaper worden verschillende veelgebruikte en gangbare methoden en procedures besproken voor de extractie van de cannabinoïden THC en CBD en wordt uitgelegd welke rol de temperatuur speelt voor het succes van het proces, waarin die temperatuur moet worden gereguleerd en op een optimaal niveau moet worden gebracht.

Cannabis, een plantensoort die tot de hennepvarianten behoort, is waarschijnlijk het oudste bekende nuttige en geneeskrachtige kruid dat volgens de nieuwste bevindingen voor het eerst in de Neolithische periode in Oost-Azië werd gedomesticeerd [2]. Vanuit China begon het via India en de vroegontwikkelde culturen van het Nabije Oosten zijn weg rond de wereld te vinden. De verspreiding vond niet alleen plaats door de winning van plantaardige vezels - van hennep kunnen touwen, netten, draad en garens worden gemaakt [3]: uit historische bronnen uit de periode van 2000 jaar voor Christus blijkt dat cannabis voornamelijk werd geteeld voor drugsgebruik. De narcotica verspreidde zich over de meest uiteenlopende delen van de wereld: in de 13e eeuw naar Afrika, in de 16e eeuw naar Latijns-Amerika en in de 20e eeuw vanuit het Indiase subcontinent naar Noord-Amerika [2].



CBD wordt ook gebruikt bij neuropathische pijn.



Het integreren van CBD in het dagelijks leven kan een positief effect hebben op lichaam en geest.

Tot nu toe zijn er meer dan 530 verschillende en chemisch verschillende verbindingen geïdentificeerd die afkomstig zijn van het primaire en secundaire metabolisme van de hennepplant. Hieronder vallen ongeveer 110 cannabinoïden, waarvan momenteel de belangrijkste Δ^9 -tetrahydrocannabinol (THC) en cannabidiol (CBD) zijn, en 140 terpenoïden. Deze laatste zijn van bijzonder belang vanwege hun organoleptische eigenschappen, hun potentieel voor chemische vingerafdrukken van verschillende variëteiten en hun synergetische interactie met cannabinoïden. [7]

Naast het bedwelmende effect, dat met name wordt toegeschreven aan Δ^9 -tetrahydrocannabinol (THC), wist men al vroeg het gezondheidsbevorderende potentieel van cannabis te benutten. In China werd het bijvoorbeeld gebruikt voor de behandeling van een groot aantal aandoeningen, zoals constipatie, jicht, malaria, reuma, koorts, verlies van eetlust, flegmatische toestanden en spraakproblemen [4]. Tegenwoordig wordt het farmacologische potentieel van cannabis als veilig beschouwd; er worden in feite twee soorten onderscheiden, namelijk *cannabis sativa* en *cannabis indica* [5]. Het is aangetoond dat deze soorten therapeutische effecten hebben op verschillende aandoeningen, zoals chronische pijn en multipale sclerose (MS) tot epilepsie en angst [6]. Maar wat maakt hennep zo'n nuttig geneesmiddel? Zich verre houdend van de aanvankelijk vereenvoudigde opvatting dat alleen Δ^9 -THC de biologische activiteit van cannabis draagt, schrijven Flavio A. Franchina, Lea M. Dubois en Jean-François Focant van

Molecular Systems, Organic and Biological Analytical Chemistry Group van de universiteit van Liège (Luik) in België, dat talrijke onderzoeken het belang en de interactie van de verschillende metabolieten in cannabis hebben aangetoond en hebben geleid tot de ontdekking en isolatie van nieuwe actieve verbindingen [7]. Cannabis bevat - afhankelijk van de soort - meer of minder Δ^9 -THC en andere endogene metabolieten, zoals cannabidiol (CBD), ook een cannabinoïde. Onder andere een ontspannende, ontstekingsremmende, pijnstillende, angststillende en kalmerende werking wordt aan CBD toegeschreven [8]. Hoewel afzonderlijke cannabismetabolieten een sterker effect vertoonden dan andere, is het evenwicht en de interactie van alle metabolieten belangrijk voor de werking van de hennepplant. Dit geldt niet alleen voor medische toepassingen, maar ook voor het gebruik van cannabis in voedingsmiddelen en cosmetica.

Cannabisbestanddelen extraheren - stap voor stap

Om cannabis commercieel succesvol op de markt te brengen, is niet alleen een geconsolideerde kennis van de chemische samenstelling van de aanwezige primaire en secundaire stofwisselingsproducten vereist. De gewenste cannabisbestanddelen moeten bovendien zuiver en efficiënt geïsoleerd en verrijkt worden in hoeveelheden die relevant zijn voor de bereiding. Efficiëntie is vereist. Hiervoor wordt gebrui-

kgemaakt van verschillende, wetenschappelijk onderbouwde en gevestigde extractietechnieken die zich al in een breed toepassingspectrum hebben bewezen. In essentie gaat het om drie extractieprocessen op basis van oplosmiddelen waarmee de cannabisbestanddelen uit het plantaardige materiaal kunnen worden gewonnen. Laten we eens dieper ingaan op de ten grondslag liggende werkprocessen.

Extractie

Scheidingsmethode waarbij een of meer componenten uit een mengsel van meerdere vaste, vloeibare of gasvormige stoffen worden geëxtraheerd met behulp van een vast, vloeibaar of gasvormig extractiemiddel. Het bereiden van koffie in een standaard huishoudelijke koffiemachine is een veelvoorkomend voorbeeld van extractie, gevolgd door een filterproces om de aromatische vloeibare fase te scheiden van het geëxtraheerde koffiepoeder.

Destillatie

Thermische scheidingsmethode om verdampbare vloeistoffen te verkrijgen of om oplosmiddelen van moeilijk verdampbare stoffen, te scheiden, te isoleren en op te vangen door condensatie. Behalve de destillatieapparatuur zijn er geen andere materialen zoals adsorbentia of oplosmiddelen nodig; de scheiding van de componenten gebeurt alleen door de inbreng van warmte-energie en door rekening te houden met de vereiste kookpunttemperatuur. Distilleerderijen maken bijvoorbeeld gebruik van destillatie om sterke drank als distillaat te verkrijgen uit een puremengsel, zoals gefermenteerd graan.

Superkritische vloeistofextractie

Een veilige, niet-giftige en milieuvriendelijke procedure voor het winnen of verwijderen van bestanddelen uit plantaardige bronnen is het extraheren van plantaardig materiaal met superkritische koolstofdioxide (CO_2). Deze vorm van vloeibare extractie wordt bijvoorbeeld gebruikt om koffiebonen te decafeïneren, nicotine uit tabak te winnen, bij de productie van etherische oliën of bij de extractie van hop voor de bierproductie. Deze procedure wordt ook gebruikt om een cannabinoïderijke hars uit hennep te winnen. Hierbij wordt CO_2 door het veranderen van de druk in een superkritische toestand gebracht. De eigenschappen van koolstofdioxide in een superkritische toestand bevinden zich tussen die van gas en vloeistof, waarbij superkritische koolstofdioxide even dicht is als een vloeistof, maar de viscositeit van een gas heeft.

De extractie van de cannabisbestanddelen vindt plaats terwijl de superkritische kooldioxide door een kamer stroomt die het hennepmateriaal bevat. Als de druk geleidelijk wordt verlaagd, verdampt de kooldioxide en laat het oplosmiddelvrije cannabisextract achter (zie afb. 1: fasesdiagram van kooldioxide).

Verder geldt: door de temperatuur en druk aan te passen, kunnen CO_2 -systemen extracten met een volledig terpeenprofiel leveren. Veeleisende extractieapparaten maken bovendien fractionering en geïsoleerde extractie van gewenste componenten mogelijk. Als het systeem een geïntegreerd koelaggregaat heeft, kan het gebruikte kooldioxide vloeibaar worden gemaakt en gerecycled. Anderzijds zorgt circulatieverwarming in de verdamper met temperaturen rond $30\text{ }^\circ\text{C}$ voor zeer zuivere extracten, omdat ze ervoor zorgen dat het koolmonoxide volledig uit het extract wordt verwijderd. Een consistente, nauwkeurige temperatuurregeling van beide componenten is essentieel voor een veilige en betrouwbare procesregeling en voor een hoge scheidingsnauwkeurigheid en opbrengst.

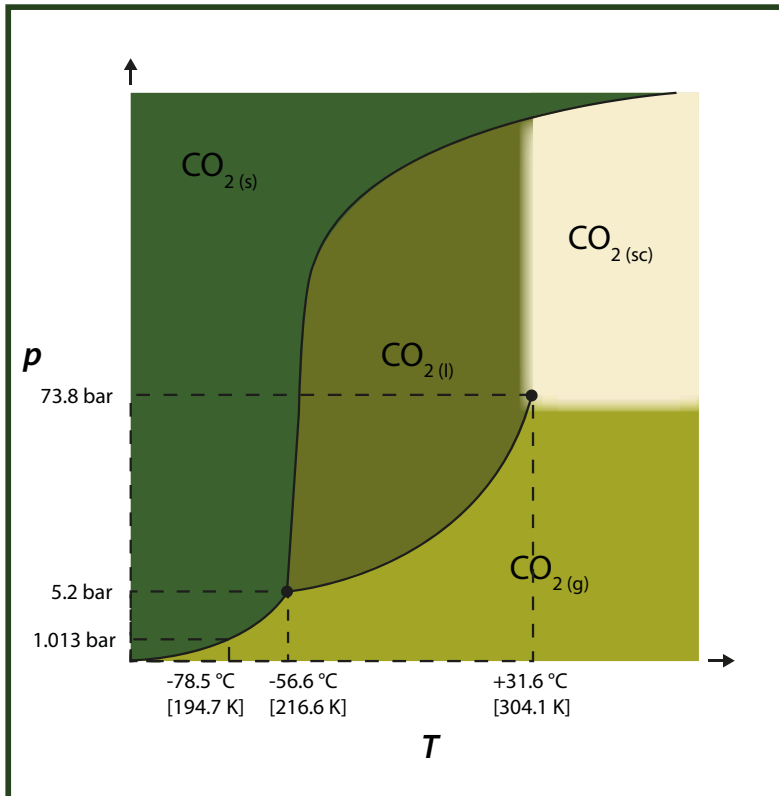


Fig. 1: Fasediagram van kooldioxide

Extractie met vloeibare koolwaterstoffen

Een veelgebruikte procedure voor het extraheren van plantaardige bestanddelen is het gebruik van vloeibare koolwaterstoffen met een laag moleculair gewicht, zoals butaan of propaan, die bijvoorbeeld in huishoudelijke aanstekers worden gebruikt. Vloeibare koolwaterstof wordt eerst door een bed van hennepmateriaal geleid en gefilterd om een oplosmiddelextract te verkrijgen dat de gewenste plantaardige bestanddelen bevat en vrij is van storende matrixcomponenten. Voor het verdere proces is een drukvermindering nodig, waardoor de vloeibare koolwaterstof verdampt en een oplosmiddelvrij cannabinoïderijk extract achterblijft.

Extractie met vloeibare koolwaterstoffen vereist speciale veiligheidsmaatregelen vanwege de lichte ontvlambaarheid van de gebruikte verbinding. Lage temperaturen zijn nodig om de onder druk staande koolwaterstof in vloeibare toestand te houden. Recirculatiematuurregelaars (TCU's) die koeling mogelijk maken tot -60 °C (-76 °F) en lager, vergemakkelijken de procesregeling. Tegelijkertijd is een zo homogeen mogelijke warmteverdeling nodig om de gebruikte koolwaterstof volledig te verdampen en een oplosmiddelvrij extract te verkrijgen. De koel- en verwarmingscapaciteit van de TCU's moet overeenkomen met de vereiste capaciteit voor de grootte van de toepassing.

Vacuümdestillatie

Destillatie onder verminderde druk: door een vloeibaar mengsel onder vacuüm te brengen, wordt het kookpunt van de te scheiden vloeistof verlaagd. Het thermische evenwicht verschuift, wat een gunstig effect heeft op de scheidingsprestaties. Onder vacuüm worden echter ook de dampdichtheid en de destillatiesnelheid verlaagd, wat betekent dat er minder moleculen per kamereenheid aanwezig zijn. Deze omstandigheid heeft invloed op de destillatiesnelheid, daarom probeert men zo veel mogelijk onder atmosferische omstandigheden te destilleren, omdat het sneller gaat. Anderzijds wordt de thermische belasting van temperatuurgevoelige componenten onder vacuüm verlaagd, wat op zijn beurt een gunstig effect heeft op het destillatiere resultaat. En ook de processnelheid kan positief worden beïnvloed als de opwarmtijden kunnen worden verkort.

Decarboxylering

Chemische reactie waarbij een koolstofdioxidemolecuul wordt afgesplitst van een molecuul, vaak bij een hogere temperatuur of enzymatisch gekatalyseerd. De warmte-inwerking vergemakelijkt en bevordert de winning van de cannabinoïden THC en CBD, die grotendeels in de cannabisplant aanwezig zijn als farmacologisch inactieve carboxzuren (THC-A en CBD-A). Bij decarboxylering wordt een kooldioxidemolecuul afgesplitst onder invloed van hitte en worden beide verbindingen omgezet in hun actieve fenolische vorm (THC en CBD). Hiervoor wordt gedroogd plantaardig materiaal vermalen en gedurende een bepaalde tijd verwarmd op 100 tot 150 °C. Bij extracten vindt het decarboxyleringsproces plaats na het winteriseren door het resulterende olie-extract te verwarmen (100 tot 160 °C)

Winteriseren

Procedure voor het stabiliseren van voedingsolieën door het kristalliseren en filteren van uitgevlokte vetbestanddelen zoals was en hoogsmeltende glyceriden bij temperaturen tot 5 °C. Het winteriseren kan worden gebruikt om stoffen, die niet of slechts in beperkte mate verschillen in hun vergelijkbare kookpunten, te scheiden op basis van hun smeltpunten, dat wil zeggen via de vloeistof-vaste faseovergang in plaats de van vloeistof-gasvormige.

Extractie met ethanol

Alcohol kan gemakkelijk door plantaardige celwanden en celmembranen dringen en de stoffen in de cellen op een zachte manier losweken. Deze eigenschap wordt ook gebruikt bij de extractie van cannabinoïden uit de cannabisplant, waarbij ethanol van voedingskwaliteit of USP (United States Pharmacopeia) als oplosmiddel wordt gebruikt. Bij alcoholextractie is er veel variatie in de gebruikte containers en reactoren. De verblijftijd van het plantmateriaal in de alcohol en de temperatuur zijn echter cruciaal voor het extractieproces. In veel gevallen wordt ethanol gekoeld tot -20 °C (-4 °F) en vervolgens in een container met cannabis gepompt. Bij gebruik van een ommantelde tank voor de koeling van de ethanol fungeert een lagetemperatuur-TCU als koelbron. Na het verstrijken van de inweektijd wordt de oplossing gefilterd of wordt het uitgeloopte plantaardige materiaal als een theezakje uit een kopje gehaald.

Door de ethanol te verwijderen wordt het resulterende extract in de vorm van een olie geconcentreerd. Doorgaans worden rotatieverdampers, valfilmverdampers of een discontinu vacuümdestillatiesysteem gebruikt voor deze stap.



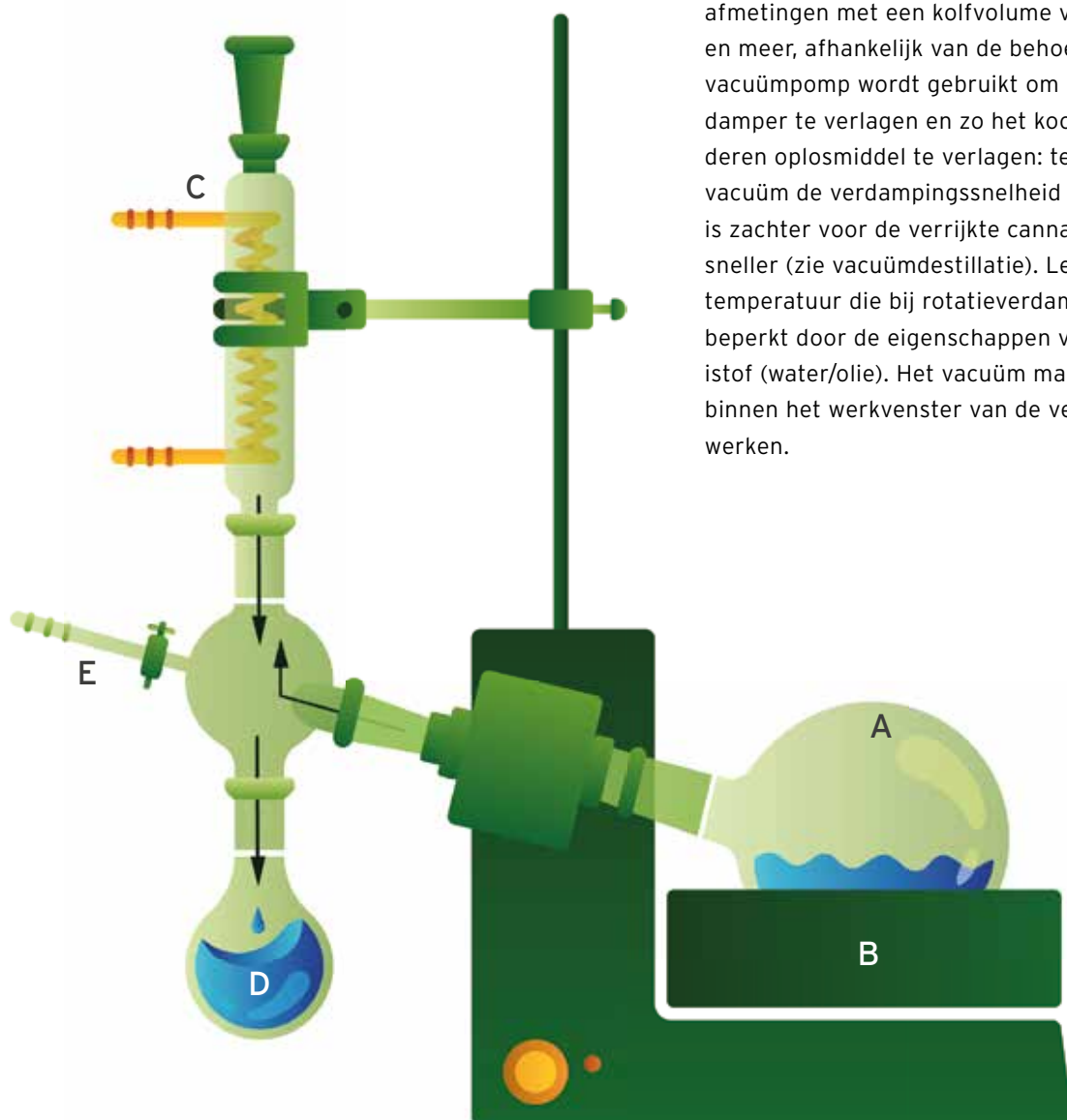
Reiniging van de cannabisextracten

Alle beschreven extractiemethoden geven olie zodra het gebruikte oplosmiddel is verwijderd. Deze olie bevat terpenen, THC, CBD en andere stofwisselingsproducten van cannabis, plantaardige wassen, lipiden en mogelijk ook chlorofyl, die kunnen worden verwijderd, zodra de olie in ethanol wordt gedompeld en wordt opgeslagen bij temperaturen onder het vriespunt. Door te filteren kunnen

ongewenste en storende matrixcomponenten worden verwijderd. Afhankelijk van het specifieke gebruiksdoel is verdere zuivering van het extract (het winteriseren) en concentratie nodig om een zeer zuiver isolaat te verkrijgen dat ook geschikt is voor medische toepassingen. Veelvuldig wordt hierbij gebruik gemaakt van rotatieverdampers.

Rotatieverdamping

Sinds zijn uitvinding in 1950 is de rotatieverdampers een waardevol instrument voor het winnen van zeer zuivere isolaten. Rotatieverdampers maken gecontroleerde verwijdering van oplosmiddelen onder vacuüm mogelijk. Rotatieverdampers zijn verkrijgbaar in verschillende afmetingen met een kolfvolume van vijf liter tot 20 liter en meer, afhankelijk van de behoefte op proefschaal. Een vacuümpomp wordt gebruikt om de druk in de rotatieverdampers te verlagen en zo het kookpunt van het te verwijderen oplosmiddel te verlagen: tegelijkertijd wordt onder vacuüm de verdampingsnelheid verlaagd. De concentratie is zachter voor de verrijkte cannabinoïden, maar niet per se sneller (zie vacuümdestillatie). Leuk weetje: De maximale temperatuur die bij rotatieverdampers mogelijk is, wordt beperkt door de eigenschappen van de verwarmingsvloeistof (water/olie). Het vacuüm maakt het dus mogelijk om binnen het werkvenster van de verwarmingsvloeistof te werken.



Verloop van het verdampingsproces bij rotatieverdamping.

Zo verloopt het verdampingsproces:

Gewoonlijk is de destillatiekolf (A) voor de helft gevuld met oplosmidelextract. Het waterbad (B) wordt verwarmd van 30 tot 40 °C. De condensortemperatuur (C), geregeld door een circulatiekoeler, wordt ingesteld op -10 tot 0 °C (verlaging van de warmtegerelateerde afbraaksnelheid van cannabinoïden). Zodra het waterbad en de koeler de ingestelde waarden hebben bereikt, wordt de destillatiekolf met 150 tot 200 omw./min gedraaid en wordt de vloeistof als een dunne film op de binnenwand van de glazen kolf getrokken. Dit vergroot het oppervlak van de oplossing en verhoogt de verdampingsnelheid van het oplosmiddel. Het toepassen van een geschikt vacuüm op het systeem (E) verlaagt het kookpunt. Het vacuüm moet zo worden ingesteld dat de temperatuur van de ethanoldamp 15 tot 20 °C bedraagt. Dit condenseert en wordt verzameld in de destillaatkolf (D). De reproduceerbaarheid kan met slechts enkele instellingen worden geoptimaliseerd. Verloop van het verdampingsproces bij de rotatieverdamping (zie afb. links)

Kanttekening:

Het verhogen van de verdampingsnelheid door het vacuüm te verlagen en/of door de waterbadtemperatuur te verhogen kan ertoe leiden dat de condensor overbelast raakt doordat de verdampingsnelheid de condensatiecapaciteit van de koelmachine overschrijdt. In dit geval stroomt de ethanoldamp via de condensor in de vacuümpomp, wat, afhankelijk van de uitrusting, geen gevolgen kan hebben, maar ook kan leiden tot een totale pompstoring. Om de doorstroom te vergroten kunnen rotatieverdampers, per geval, worden uitgebreid en bijvoorbeeld worden uitgerust met automatische vacuümregeling en navulaccessoires (handmatig en automatisch).



JULABO dompelkoeler FT900.



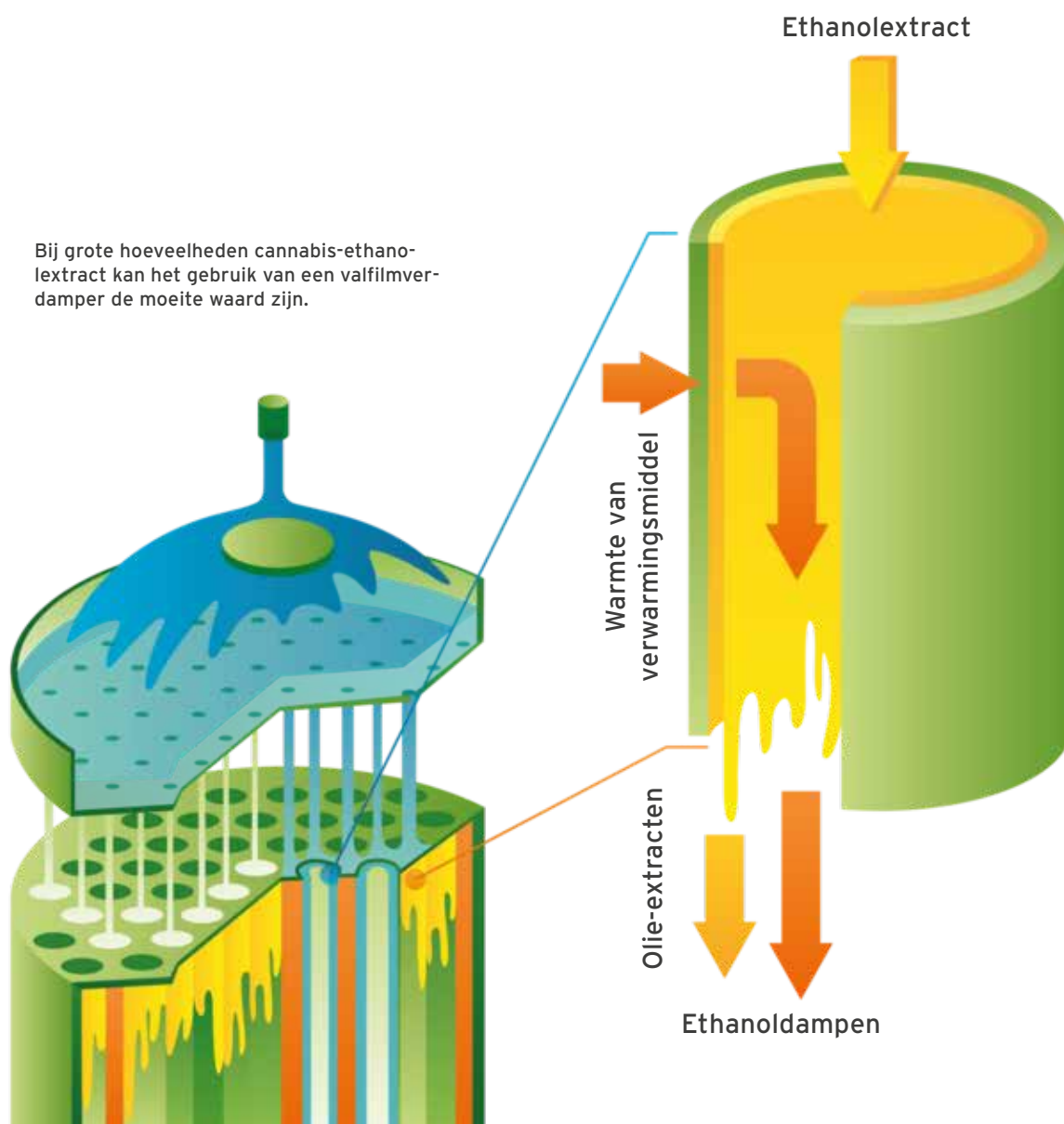
JULABO dompelkoeler FT200

Overigens zijn de meeste vacuümpompen om bovengenoemde redenen uitgerust met een upstream koudeval. Hierbij worden vluchtige componenten die door de hoofdcondensator gaan bij -40°C tot -90°C gescheiden, zodat ze de pomp niet bereiken. Voor het bedienen van de koudeval is een dompelkoeler, zoals een Julabo FT-200 of FT-900, geschikt.

Valfilmverdamping

Als grote hoeveelheden cannabis-ethanolextract moeten worden verwerkt, kan het gebruik van een valfilmverdamer de moeite waard zijn. Valfilmverdamers zijn, eenvoudig gezegd, verticaal geplaatste bundel buizenwarmtewisselaars. Onder vacuüm stroomt de ethanoloplossing door een of meer extern verwarmde buizen, waarbij de ethanol verdampt. De stoom verzamelt zich in een condensor of koudeval, terwijl het cannabisextract, dat kookt op hoger temperatuur, langs de binnenwand van de buis omlaag stroomt naar een opvangcontainer. Deze procedure biedt een hoge verdampingscapaciteit met een korte warmte-inwerkingstijd op het extract, terwijl tegelijkertijd een continue werking mogelijk is. Dit apparaat vereist echter verwarmingscirculatoren met de juiste afmetingen om het verdampingsproces te vergemakkelijken en koelers om de ethanoldamp te condenseren.

Bij grote hoeveelheden cannabis-ethanolextract kan het gebruik van een valfilmverdamer de moeite waard zijn.



Winning van zeer zuivere cannabisextracten

Tot slot vereisen medische en andere toepassingen het gebruik van zeer zuivere THC- en CBD-extracten. Bovendien mag Δ^9 -tetrahydrocannabinol (THC) niet in relevante hoeveelheden aanwezig zijn in vrij verkrijgbare producten die hennep of CBD bevatten. Een belangrijke focus van het proces kan daarom liggen op het verminderen van het THC-gehalte om de bijbehorende en verwachte psychoactieve werking te elimineren en een CBD-rijk product te verkrijgen.

Destillatieprocedures zijn slechts beperkt geschikt: hoewel terpenen relatief goed kunnen worden gedestilleerd, lukt dat bij THC (157 °C) en CBD (160-180 °C) niet; THC kan daarom niet worden gedestilleerd. Het is echter mogelijk om de verhouding tussen CBD en THC in beperkte mate aan te passen door geschikt plantmateriaal te selecteren (variëteit, veredeling). Als componenten met behulp van procestechnologie moeten worden verwijderd, zijn geschikte chromatografische methoden nodig.

Mogelijkheden van vacuümdestillatie

OVERHEADDESTILLATIE

Eenvoudige vorm van destillatieve scheiding van vloeibare mengsels. De olie wordt verwarmd in een kolf onder vacuüm met een korte destillatiekop (meestal met een verwarmingsplaat met magnetische roerder).

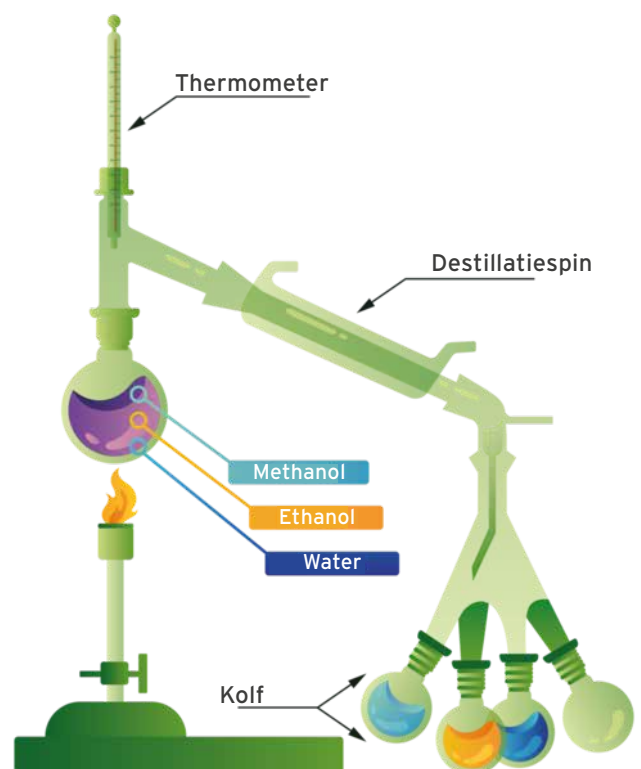
Een circulatiekoeler zorgt voor de koeling van de condensor of de condensatie van de dampen. Deze vorm van destillatie, die wordt gebruikt voor het scheiden van oplosmiddelen of incidenteel wordt toegepast in de gedistilleerde-drinkensector, blijkt ongeschikt voor de productie van cannabisextracten: de lange verblijftijd van het monster in de kolf bij hoge temperatuur en onder normale druk kan leiden tot de afbraak van de cannabinoïden.



Overheaddestillatie: Eenvoudige vorm van destillatieve scheiding van vloeibare mengsels.

GEFRACTIONEERDE DISTILLATIE

Om betere scheidingsresultaten te bereiken, kunnen vloeibare mengsels van stoffen gefractioneerd worden gedestilleerd, dat wil zeggen dat het destillaat afhankelijk van het kookpunt in een eigen opvangcontainer wordt opgevangen. Als de stoomtemperatuur stijgt, wat wijst op een nieuwe bindings- of mengselsfractie, wordt de positie van de opnamekolf aangepast om de verschillende fracties te isoleren.



Gefractioneerde destillatie: Om betere scheidingsresultaten te bereiken, worden vloeibare stoffmengsels ook gefractioneerd gedestilleerd.

DUNNEFILMDESTILLATIE

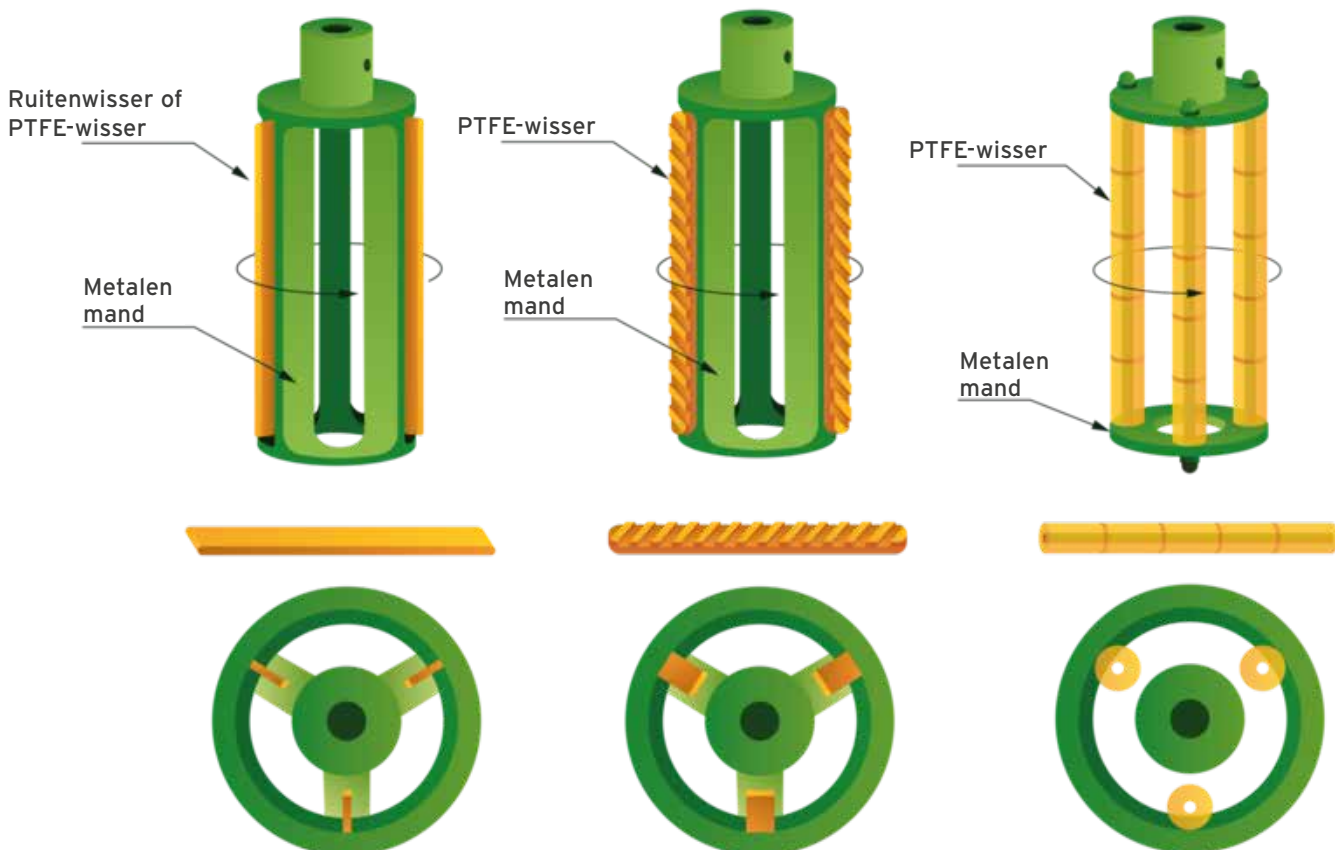
Deze horizontale of verticale destillatievariant (wiped film) kan batchgewijs of continu worden gebruikt: afhankelijk van de toepassing wordt de olie bovenin een verwarmde verticale cilinder onder atmosferische druk of onder vacuüm (tot ca. 1 mbar) toegevoegd. Door roterende schrapers of rollen wordt de olie in een dunne film op het verwarmde oppervlak getrokken.

De condensatie van de damp kan op verschillende manieren plaatsvinden: via een korteaafstand-dunnefilmverdamper met interne condensor of fysiek van elkaar gescheiden via een dunnefilmverdamper met externe kolom, waardoor het condensatietraject wordt verlengd. Opvangcontainers verzamelen het condensaat en het hogetemperatuurrestitu op de bodem. De kortere blootstellingstijd van de olie aan hoge temperaturen is de belangrijkste toegevoegde waarde van deze techniek. De mogelijkheid om over te schakelen naar continubedrijf bevordert de productiviteit. Een circulatieverwarmer zorgt voor temperatuurregeling van de toevoercontainer en de buitenste ommantelde behuizing van de wiped film.

Koelthermostaten koelen de condensor en de koudeval. Om de gewenste samenstelling van de componenten in het destillaat te verkrijgen, moeten de toevoersnelheid, het vacuüm en de temperaturen worden geoptimaliseerd. De gewenste zuiverheid en samenstelling van het destillaat kan worden bereikt door het proces nauwkeurig af te stellen. De dunnefilmdestillatie is geschikt voor het scheiden van de terpenen van de zware fractie, dat wil zeggen de cannabinoïden en het matrixresidu op de bodem.

KORTEAFSTANDDESTILLATIE/MOLECULAIRE DISTILLATIE

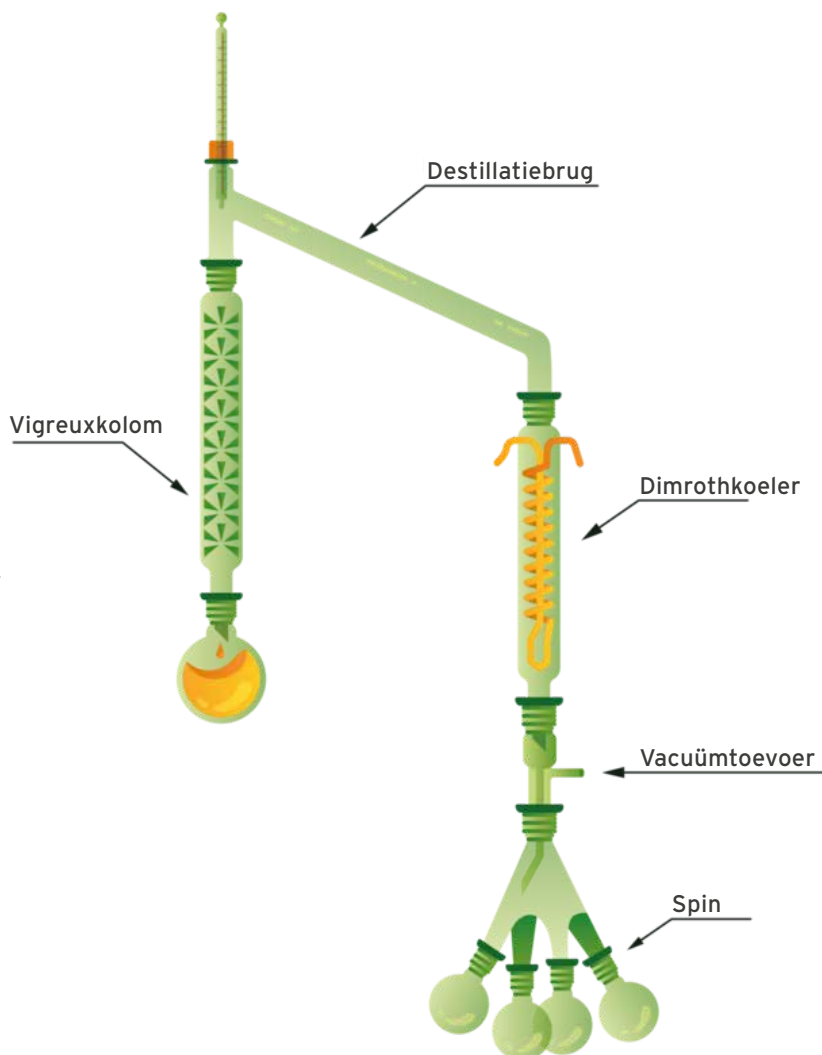
Variante van de dunnefilmdestillatie voor gebruik in hoogvacuüm (minder dan 10^{-2} mbar). De verdamper en de condensor moeten dicht bij elkaar staan, vandaar de aanduiding korteaafstanddestillatie. Het vacuüm moet op zijn beurt zo hoog zijn dat de vrije trajectlengte van een verdampt molecuul langer is dan de afstand tussen de verdamper en de condensor. Onder deze omstandigheden kan het kookpunt maximaal worden verlaagd en kunnen de cannabinoïden in de stoom worden gescheiden van de zwaardere fractie op de bodem.



De dunnefilmdestillatie is geschikt voor het scheiden van terpenen uit de zware fractie.

RECTIFICATIE

Destillatie met één kolom: met behulp van één kolom kan de scheidingsprestatie van een destillatie-installatie worden verbeterd. Deze kolom kan bestaan uit verschillende kolomtypen (vigreux, oldershaw enz.) die een fijnere scheiding van de componenten mogelijk maken. Voor een beter begrip: tijdens de destillatie treedt slechts één keer een evenwicht op tussen de vloeistof- en de dampfase, namelijk aan het vloeistofoppervlak; het is zogezegd de eerste scheidingsfase. Bij een kolom (bodemkolom, verpakte kolom, enz.) werken stijgende stoom en dalend condensaat meerdere keren op elkaar in - op elke plaat van een bodemkolom of stromend langs een verpakte kolom. Op deze manier kunnen meerdere scheidingsfasen worden gerealiseerd; met een high-performance pakket bijvoorbeeld tot 100 bodemplaten, wat overeenkomt met 100 afzonderlijke, in serie geschakelde overheaddestillaties. Dit betekent dat de lengte van de fractioneerkolom met zijn uitsteeksels, bodemplaten of verpakkingsmateriaal ervoor zorgt dat er meerdere keren een evenwicht tussen stoom en vloeistof wordt bereikt, wat de scheiding van de componenten bevordert.



Rectificatie: bij het destilleren met één kolom kunnen de scheidingsprestaties van een destillatiesysteem worden verbeterd.

Over temperatuur gesproken

Als het gaat om het winnen van cannabisextracten en cannabinoïden met de gewenste zuiverheid en selectiviteit, is geschikte technische apparatuur vereist. Het beheersen van de procestemperatuur blijkt cruciaal te zijn voor het succes van de extractie. Het maximale extractierendement en de maximale zuiverheid kunnen doorgaans alleen worden bereikt als alle proces- en verwerkingsparameters op elkaar zijn afgestemd. Een gesprek met leveranciers van vloeistoftemperatuurregelaars biedt

inzicht in de basisprocessen, methoden en normen en leidt idealiter tot de keuze van het juiste product. Belangrijk: bij de beoordeling van het apparaat moet vanaf het begin rekening worden gehouden met de temperatuur. Hoogwaardige vloeistoftemperatuurregelsystemen die over de benodigde verwarmings- en/of koelcapaciteiten beschikken, hebben een positieve invloed op de materiaaldoorvoer, kwaliteit en bedrijfstijd.

JULABO - het adres voor perfecte temperatuurregeltechniek

JULABO is een van 's werelds toonaangevende fabrikanten van temperatuurregelaars voor onderzoek, industrie en wetenschap. Al meer dan vijf decennia leveren we met onze premium producten topprestaties in de toepassing en bieden we onze klanten steeds de juiste temperatuur op het gewenste moment. Met professionele expertise en grote inzet stimuleren wij de ontwikkeling van temperatuurregeltechniek, waarbij we onze verantwoordelijkheid als premiumaanbieder aan de top van de wereldmarkt serieus nemen.

Verder geldt: als u geïnteresseerd bent in een moderne destillatie-installatie die door Pilodist GmbH in Meckenheim wordt geëxploiteerd en door JULABO-laboratoriumthermostaten perfect op temperatuur wordt gebracht, klik dan hier of volg de QR-code.

Om niet te veel op de zaken vooruit te lopen: Pilodist GmbH uit Meckenheim is een toonaangevende wereldwijde leverancier van apparatuur en systemen voor thermische scheiding, onderzoek, ontwikkeling en kwaliteitscontrole. Als jarenlange partner levert JULABO betrouwbaar de exacte temperaturen voor alle processen in de verschillende destillatie-installaties. JULABO tempereert de installaties van Pilodist met verschillende producten zoals warmtethermostaten, koudethermostaten en dompelkoelers. Dit wordt gebruikt om de volgende toepassingen te realiseren: destillatie van ruwe olie, dunne film verdamper, pilot destillatie installaties, cannabis extractie.

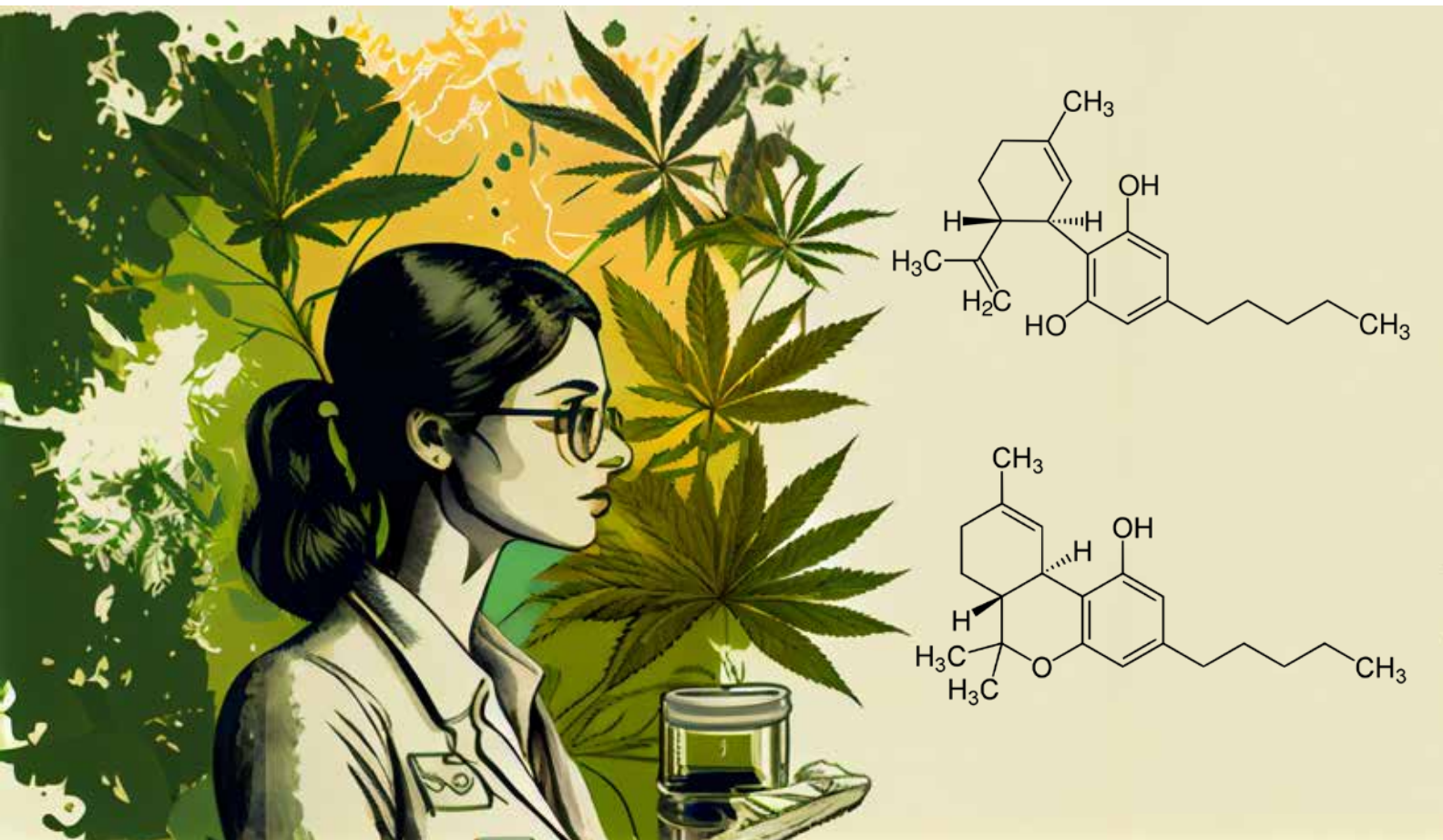


Superior
TEMPERATURE
TECHNOLOGY for a
better **Life**



Het is aan u

Het JULABO-team ondersteunt u bij alle vragen over extractie, verwerking, verwarmings- en koelprocessen. Klik hier om nu contact op te nemen met een van onze specialisten.



Bronnen

[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, Arzneimittelllexikon, <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 en 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 en 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>

Afbeeldingen: YipYips Digitalagentur, Philipsstraße 2, 52068 Aken, Duitsland, hi@yipyips.de, www.yipyips.de