
THE ROLE OF QUALITY CONTROL AND QUALITY ASSURANCE OF DRYING PROCESS OF *CANNABIS* SPP. FOR MEDICINAL USE

Lence Ananieva Bozinov

Department of Quality Assurance, TetraHip DOO, Kocani, RN Macedonia

ananievalence0@gmail.com

Biljana Gjorgjeska

Department of Drug analytics and Pharmaceutical Chemistry, Division of Pharmacy, Faculty of Medical Sciences, Goce Delcev University of Stip, RN Macedonia, biljana.gorgeska@ugd.edu.mk

Abstract: In the past years, the growth in the demand and production of cannabis and its products for medical purposes has extremely increased. One of the most critical post-harvest processes is the drying of both the cannabis herb and its flowers. With the help of this process, the large amount of water is removed, which can reach up to 80% in the fresh plant. By removing water, which is an excellent environment for the development of various bacteria and fungi, we protect cannabis from microbial contamination, which has a huge impact on the composition, quality, taste, smell, and also the safety of the patient's health, which is first a place for every producer. Drying is a process that requires great control of environmental conditions, such as: temperature, relative humidity, air flow, ventilation, vacuum and pressure. Industrial drying involves a large amount of heat energy, which can involve various mechanisms such as convection, conduction, radiation or a combination of these. To achieve vaporization a large amount of latent heat must be provided around the entire material. The drying mechanism consists of two periods: a period of constant rate and periods of falling rate. The period of constant rate is that period when water is removed from the surface by evaporation, and the internal movement of water allows the surface to remain saturated. The falling rate period is when the surface of the material is unsaturated and the internal water movement is less than the evaporation rate. In order to achieve a quality product intended for medical purposes, several types of drying have been perfected, namely: hot air drying, oven drying, vacuum freeze drying, atmospheric freeze drying and microwave drying. Each of these types of drying has its own advantages and disadvantages. Drying is one of the key processes in defining the composition, quality and safety of the final cannabis product. For this reason, the quality control should provide adequate representative samples in terms of the homogeneity of the dried material, to pay attention to the ambient conditions, to pay attention to the critical points, which represent a risk factor when providing the sample, to ensure adequate drying conditions in suitable dryers, with microbiological purity, are in order to obtain relevant moisture results, and thus to determine the end of the drying process. During the entire drying process, it is very important to provide adequate and well-trained personnel, who will not only perform monitoring during the entire process, but will also know the process well. In order to ensure accurate, precise, repeatable and relevant results in terms of water content, as well as the uniformity of the drying process, process validation must be done, which is one of the tasks of quality control and assurance of every manufacturer. The validation of the drying process can be defined as documented evidence that the process, operated within the established parameters, can be carried out effectively and reproducibly to produce a dry cannabis flower for medicinal purposes, which can also be used for its extraction and the production of cannabis-based preparations, which meets its predetermined specifications and quality requirements.

Keywords: cannabis flower, temperature, relative humidity, drying room, validation.

УЛОГАТА НА КОНТРОЛА И ОБЕЗБЕДУВАЊЕ НА КВАЛИТЕТ ПРИ ПРОЦЕСОТ НА СУШЕЊЕ НА *CANNABIS* SPP. ЗА МЕДИЦИНСКИ УПОТРЕБА

Ленче Ананиева Божинов

Оддел за Обезбедување на квалитет, Тетра Хип ДОО, Кочани, РСМакедонија

ananievalence0@gmail.com

Билјана Ѓорѓеска

Катедра по аналитика на лекови и фармацевтска хемија, Оддел Фармација, Факултет за медицински науки, Универзитет “Гоце Делчев” Штип, РС Македонија, biljana.gorgeska@ugd.edu.mk

Апстракт: Во изминатите години порастот во побарувачката и производството на канабисот и неговите производи за медицински цели е екстремно зголемен. Еден од најкритичните постбербени процеси е сушењето на хербата на канабис, така и на неговите цветови. Со помош на овој процес се отстранува

големата количина на вода која може да достигне и до 80% во свежото растение. Преку отстранување на водата, која е одлична средина за развој на различни бактерии и габи, канабисот го заштитуваме од микробиолошка контаминација, која има огромно влијание во составот, квалитетот, вкусот, мирисот, а воедно и безбедноста на здравјето на пациентот, кое е на прво место за секој производител. Сушењето е процес кој бара голема контрола на амбиенталните услови, како што се: температурата, релативна влажност, протокот на воздух, вентилацијата, вакуумот и притисокот. Индустриското сушење вклучува голема количина на топлинска енергија, која може да влучи различни механизми како што се конвекција, спроводливост, зрачење или комбинација на истите. За да се постигне испарувањето треба да се обезбеди голема количина на латентна топлина околу целиот материјал. Механизмот на сушење се состои од два периода: период на постојана стапка и периоди на опаѓачка стапка. Периодот на постојана стапка е оној период кога водата се отстранува од површината со испарување, а внатрешното движење на водата овозможува површината да се задржи заситена. Периодот на опаѓачка стапка е кога површината на материјалот е незаситена, а движењето на внатрешната вода е помало од стапката на испарување. Со цел да се постигне квалитетен производ наменет за медицински цели се усовершиле повеќе типови на сушење и тоа: сушење со топол воздух, сушење во печки, сушење со замрзнување во вакуум, атмосферско сушење со замрзнување и сушење со помош на микробранова печка. Секој од овие типови на сушење има свои предности и недостатоци. Сушењето е еден од клучните процеси во дефинирање на составот, квалитетот и безбедноста на крајниот производ на канабисот. Поради ова контролата на квалитет треба да обезбеди соодветни репрезентативни примероци во поглед на хомогеноста на сушениот материјал, да се внимава на амбиенталните услови, да се внимава на критичните точки, кои претставуваат ризик фактор при обезбедување на примерокот, да се обезбедат соодветни услови за сушење во соодветни сушари, со микробиолошка чистота, се со цел да се добијат релевантни резултати на влага, а со тоа да се одреди крај на процесот на сушењето. Во текот на целиот процес на сушење многу е важно да се обезбеди соодветен и добро обучен персонал, кој не само што ќе врши мониторинг во текот на целиот процес, туку истиот и добро ќе го познава процесот. Со цел да се обезбедат точни, прецизни, повторливи и релевантни резултати во поглед на содржината на водата, а воедно и униформноста на процес на сушење, мора да се направи валидација на процесот, која е една од задачите на контролата и обезбедувањето на квалитетот на секој производител. Валидацијата на процесот на сушење може да се дефинира како документиран доказ дека процесот, опериран во утврдените параметри може да се изврши ефективно и репродуктивно за да се произведе сув цвет од канабис за медицински цели, кој истиот може да послужи и за негова екстракција и производство на препарати на база на канабис, кој ги исполнува неговите однапред одредени спецификации и барања за квалитет.

Клучни зборови: цвет од канабис, температура, релативна влажност, сушара, валидација.

1. ВОВЕД

Сушење

Рапидниот пораст на индустријата за канабис доведе до оптимизирање на процесот на сушење и производството на високвалитетни производи. Сушењето е еден од критичните и пресудни процеси во текот на производството бидејќи треба да обезбеди квалитетен производ, како во поглед на задржување на составот на биоактивните материи, така и во поглед на безбедноста на здравјето на пациентот (Uziel et al., 2022). Различните начини, разработката и подобрувањата на техниките на сушење допринесуваат канабисот или неговиот производ да обезбеди подолг рок на траење. Првиот постбербен процес-сушењето, претставува дел од Добрата Производствена практика (Good Manufacturing practice, GMP) и бара следење на параметрите како што се температурата, брзината на сушење, протокот на воздухот, вентилацијата, микробиолошката чистота (AL Ubeed et al., 2022). Во техниките на бавното сушење обично се закачуваат гранките заедно со листовите и пупките на жичани облоги во висечка позиција во изотермални услови на просторијата се додека не се достигне саканата влага. Сушењето на тави е варијација од бавниот начин на сушење, при што цветовите се сушат на тави во затворена и претходно добро проветрена просторија (Chandra Das et al., 2022). Во текот на сушењето треба да се внимава при зголемувањето на температурата, бидејќи високите температури може да доведат и до промени во составот на канабисот. На температури од 120°C до 130°C настанува декарбоксилацијата односно киселинските форми на канабидиолната киселина (CBDA) и тетраhydroканабинолната киселина (THCA) преминуваат во неактивни и активни форми како канабидиол (CBD) и тетраhydroканабинол (THC), а истото се случува и под дејство на оксидација и изомеризација. Кислородот исто така ја потпомага декарбоксилацијата, во случај кога соцветијата се чуваат на многу високи температури. За време на стареењето се зголемува и количината на канабинол (CBN) со оксидација (декарбоксилација) на THC на температура над 50°C. Сепак, изложувањето на ризик на

оксидативна деградација на CBD покажува дека овој канабиноид знае да се држи доста стабилно подолг временски период. Целта е да се обезбеди берба во оптимално време, да се обезбеди правилна техника на сушење, со цел да не се наруши хемискиот состав на канабисот, но и воглавно да се отстрани големото количество на вода во растението кое може да биде и од 78% до 80%, а е главен предуслов за развој на микроорганизми како што се бактерии и мивла (Addo et al., 2021).

Времето на сушење почнува веднаш по самата берба. Бербата треба да биде во правилно време кога цветовите од канабисот се сосема зрели, кога трихомите се поистакнати, лепливи и акумулирани со густа течност (Challa et al., 2020). Максимум од канабиноидниот состав се постигнува кога бојата на трихомите преминува од просирна во бледа, млечно бела, пастелната боја на косата преминала во светло-кафеава или килибарна и тогаш соцветието е спремно за берба. Треба да се внимава трихомите да не станат со сивкаста боја бидејќи тоа е добар сигнал дека времето за берба поминало и THC преминал во CBN. Од голема важност е и да се обезбедат високо ефикасни методи на механичко сушење со цел да се намалат трошоците при сушењето, а и фитохемиската изолација е клучна за понатамошните апликации (Reddy Challa, 2020). Сушењето е процес кој помага да се отстрани водата во канабисот, да се зачува квалитетот и потенцијата, да се заштити од светлина и микроорганизми, да се зачува мирисот, вкусот и лековитите својства на канабисот. Повеќето научни сознанија и компании коишто се занимаваат со одгледување на канабис сметаат дека растението или цветот е сув кога неговата влажност стигнала до 11% w/w на влага (Velt, 2022).

Механизам на сушење

Сушењето е операција која што се карактеризира со цврсто-течна сепарација и се олеснува со присуство на топлина, што резултира со испарување на течноста, која што е вода во повеќето случаи. Индустриското сушење вклучува голема количина на топлинска енергија и различни механизми како што се конвекција, спроводливост, зрачење или комбинација на истите. За да се постигне испарувањето треба да се обезбедат доволни количини на разумна и латентна топлина околу целиот материјал (Chatterjee & Abraham, 2018). Конвекцијата се карактеризира со довод на носечки или доведен гас кој обично е воздух, кој ја снабдува топлината која е потребна за испарување на водата или растворувачот. Спроводливоста е механизам кој ја пренесува топлината при контактното сушење. Овде гасот-носач служи како медиум во кој испарува водата. Механизмот на зрачење има повеќе подтипови: зрачење со пенетративно сушење кое се состои од диелектрично сушење, како радиофреквенција или сушење во микробранова печка, каде што топлината се генерира во материјалот, наместо топлината што дифузира во материјалот, кој не е пенетративен. Стапката на сушење е стапка на отстранување на влагата за време на процесот на сушење, која се добива според односот на отстранетата влага и времето на сушење. Времето на сушење е поделено на два периода и тоа: период на постојана стапка и еден или повеќе периоди на опаѓачка стапка. Периодот на постојана стапка е оној период кога водата се отстранува од површината со испарување, а внатрешното движење на водата овозможува за да се задржи површината заситена. Температурата на површината останува константна и е помала од обиколната температура на воздухот за сушење, бидејќи стапката на внесена енергија е иста како и топлинската енергија изгубена поради испарувањето. Во периодот на стапката на опаѓање, површината на материјалот е незаситена, а движењето на внатрешната вода е помало од стапката на површинското испарување. Во текот на првиот период на стапката на опаѓање, стапката на сушење се забележува дека опаѓа бидејќи содржината на вода се намалува поради тоа што е зголемена отпорноста на испарувањето како и намалување на топлината низ материјалот, кога температурата се зголемува на површината на материјалот до температурата на грејниот медиум. Втората стапка на опаѓање започнува кога парцијалниот притисок на влага низ целиот материјал е понизок од сатурацијата. Топлинскиот флукс од топлиот воздух до примерокот е многу низок поради малиот температурен градиент (Chen et al., 2021).

2. ВИДОВИ НА СУШЕЊЕ

За да се избере техниката на сушење, голема важност има хемискиот профил на канабисот, однесувањето на канабисот во текот на сушењето и бараниот краен производ. Неколку методи на сушење се употребуваат за да се добие сув цвет од канабис: сушење со топол воздух, сушење во печки, сушење со замрзнување во вакуум, атмосферско сушење со замрзнување и сушење со помош микробранова печка.

Сушење со топол воздух

Сушењето со топол воздух е познато како висечко сушење и е еден од најстарите начини на сушење на цели растенија од канабис: гранки, листови и цветови од канабис. Најнапред се отстранува вишокот од стеблата, канабисот се префрла на решетките за сушење, се закачуваат на конци или статични жици, се превртуваат растенијата наопаку со цел да се овозможи добра циркулација на воздухот и рамномерно сушење, кое допринесува бавно пренесување на водата од стеблото кон цветот, од каде излегува по пат на испарување. Просторијата во која треба да се суши канабисот, наменет за медицински цели треба да биде добро

проветрена и чиста, со обезбеден систем преку кој би се контролирала температурата на околината, која треба да се движи од 18°C до 21°C и релативна влажност од 50 до 55%. Во просторијата треба да се овозможи циркулација и вентилација на воздухот. Со овој тип на сушење на растенијата им треба 5 до 6 дена за да ја постигнат посакуваната влага, додека само на цветовите времето на сушење може да биде 4 до 5 дена. Но, на целото растение за да постигне влага од 10% до 11% w/w ќе му треба 14 дена. Сепак, недостаток на овој метод е фактот што дополнително е потребно време за стврднување или ферментација, добиениот производ е со поостар вкус поради отстранување на цветовите од стеблата. А може да се јави и раст на мувла во тек на сушењето (Lazarjani et al., 2021)

Сушење во печки

Сушењето во печка е еден од најбрзите начини на сушење на медицински канабис. Овој тип на сушење може да биде како вакуумска комора, вакуумски исукатор или печка за сушење со или без воздух. Температурата на печката е 37°C за 24 часа. Температурата треба да се одржува и се смета како оптимална бидејќи не може да настане декарбоксилација на фитоканабиноидите. Печката мора да работи како сериски систем со пупки кои висат наопаку. Предноста од овој процес е ниската цена и едноставноста на изведба, додека влагата се акумулира во цветот се додека не се стврднат капиларите, а и влагата ќе циркулира во целото растение и ќе спречи нагло и брзо сушење на пупките, а исто така нема да направи промени во составот. Додека недостаток е тоа што овој тип на сушење се употребува само кај производители што работат со помали количини на канабис (Mujumdar & Woo, 2020).

Сушење со вакуумско замрзнување

Овој тип на сушење на канабис е еден од најефикасните и најдобрите. Се состои од три фази: замрзнување, примарно и секундарно сушење. При замрзнувањето температурата се намалува на -40°C, при што поголем дел од водата во пупките станува мраз. Овој чекор се смета за критичен бидејќи го одредува конечниот квалитет на производот. Во овој дел кога се пушта вакуумот се спречува појавата на формирање на водена пена. Сушењето се смета дека е завршено кога примерокот ќе ја достигне температурата на системот. Потоа настапува секундарното сушење при кое се отстранува влагата која преостанала во примерокот, без да се оштетат липидите и протеините, бидејќи структурата на замрзнатите материјали ја спречуваат деградацијата на цврстиот матрикс, резултирајќи во цврста непроменета и порозна структура. Жлездите и трихомите остануваат непроменети и неоштетени. Голема предност е што се инхибира активноста на микробиолошките ензими, се задржува хемискиот состав, испарливите соединенија и киселинските форми на канабиноидите, а недостаток е високиот почетен капитал, оперативните трошоци, побарувачка од повисока енергија и сушење само на серии (Bantle et al., 2011).

Атмосферско сушење со замрзнување-Сушење со замрзнување со помош на микробранова печка

Кај овој тип на сушење циркулира сув и ладен воздух на замрзнатиот примерок на температура под -40°C до -45°C, 100Pa притисок и микробранова фреквенција од 2459MHz. Настанува кондензација на испарувањето, одржувајќи го замрзнатиот канабис и подобрувајќи го масениот трансфер на вода. Постојат повеќе видови на атмосферско сушење со замрзнување како што се тунел сушарите, флуидизирани кревет сушари и спреј замрзнувачки сушари. Кај сушењето со флуидизирани кревети стапките за пренос на топлина и маса се најдобри (Uzielet et al., 2022). Кај сушарите во тунел преносот настанува со намалување на големината по пат од механичко тресење или мешање. Овде се заштедува време. Сушењето со замрзнување со спреј се состои од комбинација на сушење со прскање и атомизирано сушење со замрзнување на материјалот. Недостатокот е неадекватното загревање на сувите зони на примерокот што доведува во промена на квалитетот, а и оваа метода на сушење е околу 4 до 10 пати поскапа во однос на останатите (Ishwarya et al., 2015).

Сушење со топол воздух со микробранова печка

Микробрановите се нејонизирачки електромагнетни бранови кои се наоѓаат помеѓу инфрацрвените и радио брановите должини на електромагнетниот спектар. Сушењето со помош на топол воздух со микробранова печка се состои од волуметриско загревање и создавање на температурен градиент. Во првите фази на ова сушење протокот на влагата се движи од внатрешноста кон површината. Во последните фази на сушење се отстранува врзаната вода која е присутна во примерокот. Фреквенцијата од 915 MHz, се смета за најповолна бидејќи пенетрацијата е подлабока. Предност кај ова сушење е зачувувањето на хранливата вредност, бојата на примерокот, како и неговата микроструктура (Uzielet et al., 2022). Недостатокот е тоа што се ослободува голема топлина, па затоа се користи само во крајниот дел од процесот. Сушењето со топол воздух ги зачувува канабиноидите, но предизвикува многу лош вкус. Сушењето на 240W со топол воздух во микробранова ги зачувуваат лесно испарливите терпенски соединенија како што се: β -мирцен, лимонен, β -Е-кариофилен и α -хумулен (Abo Bakr, 2020).

3. ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА НА ПРАВИЛАТА НА ЗЕМАЊЕ НА ПРИМЕРОК, МАПИРАЊЕ НА СУШАРИ И ВАЛИДАЦИЈА НА ПРОЦЕСОТ НА СУШЕЊЕ ВО ОДДЕЛОТ КОНТРОЛА И ОБЕЗБЕДУВАЊЕ НА КВАЛИТЕТ ВО РАМКИТЕ НА ТЕТРА ХИП, КОЧАНИ

Со цел да се обезбедат точни, прецизни, повторливи и релевантни резултати во поглед на содржината на водата, а воедно и воедначеноста на процес на сушење, мора да се обезбеди правилно земање на репрезентативни примероци, да се обезбеди чиста сушара, да се валидира чистењето на истата и да се валидира процесот на сушење, чија улога е на вработените во Одделите на контрола и обезбедување на квалитет. Валидацијата на процесот на сушење може да се дефинира како документиран доказ дека процесот, опериран во утврдените параметри може да се изврши ефективно и репродуктивно за да се произведе сув цвет од канабис за медицински цели, кој може да послужи и за екстракција и производство на препарати на база на канабис и однапред ги исполнува одредените спецификации и барања за квалитет. Земањето на примерокот од сушарите е улога на Одделот контрола на квалитет и е важно бидејќи примерокот треба да претставува цела или дел од серија исто како и добиениот резултат. При начинот на земање на примерок од сушарата треба да се земе предвид масата, бројот на примерокот, распоредот, поставеноста и локацијата на примерокот од канабис во сушарата. Големината и бројот на примерокот што се земаат за испитување на влага, мора да се придржуваат според International Council for Harmonization of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use (ICH водичот) и GMP нормите, како и од Standard Operating Procedure (СОП-от) на самата компанија. Масата на примерокот кој треба да се земе за мерење на влага треба да биде малку повеќе од три грама. Кај канабисот во текот на процесот на сушење важно е да се знае дали примерокот е земен од врвните или од страничните пупки, дали пупките се поголеми или помали. Растителниот материјал не е хомоген и идентичен процент на влага во текот на сушење не можеме да очекуваме. Во добивањето на резултатот од процентот на влага на канабисот огромна улога има и делот во кој е поставен растителниот материјал во сушарите т.е. локацијата. Пример, локацијата на количката за висечки растенија, дали е во средината, од краевите, дали е до сидот на дувачката или вшмукувачката вентилација. Доколку зборуваме за висечки растенија, треба да се знае распоредот на растението на количката за сушење, дали е во долниот, средниот или горниот ред на количката. Потоа доколку се суши цвет на канабис во тави, дали сме зеле примерок од долната, средната или горната тава, од кој дел од тавата, дали е во кошињата, краевите или на средината. За да прикажеме дека целиот процес е соодветен и дека го изведуваме на ист начин во текот на секое сушење и со тоа добиваме резултати кои што се повторливи и одговараат на спецификацијата, мора да направиме мапирање на сушарите, валидација на чистењето на сушарите пред да почне процесот на сушење и валидација на самиот процес на сушење. При мапирањето на сушарите ги одредуваме критичните точки кои играат многу важна улога при валидација на процесот на чистење на сушарите. Со валидација на чистење на сушарата не само што докажуваме дека сушарата е чиста и спремна за да се извршува во неа процесот на сушење, туку и докажуваме документациски дека процедурите на чистење на остатоците од производот, остатоците од детергент одговараат на пропишаните и дозволените критериуми и лимити кои ги пропишува спецификацијата. Во сето ова мора да биде вклучен и соодветен обучен тим составен од повеќето оддели во производството на канабис. Раководителот на производство на сув цвет од канабис е вклучен во текот на целиот процес на сушење преку следење на зададените параметри и визуелно следење на канабисот што се суши, следење на неусогласеност, поточно девијација и нејзино пријавување во Одделот на обезбедување на квалитет. Одделот за обезбедување на квалитет не само што ќе ги евидентира девијациите, одговорен е и за приготвување на Протоколот за валидација и одобрување на крајниот извештај од истата. Освен земањето на примерок, Одделот на контрола на квалитет има одговорност за извршување на сите анализи и отчитувањето на добиените резултати.

4. ЗАКЛУЧОК

Сите методи на сушење имаат свои предности и недостатоци. Сушењето е еден од критичните чекори и важен процес во одржувањето на квалитетот, составот и безбедноста на крајниот производ. Улогата на Контрола и Обезбедување на квалитет има круцијално влијание во целиот процес на сушење, докажувајќи го како валиден и соодветен од почетокот до крајот на неговото извршување.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- Abo Bakr, T.M. (2020). *Microwave applications in food processing: An overview*. Alex. J. Food Sci. 2020;17:11–22. doi: 10.21608/ajfs.2020.150658.
- Addo, P.W., Desaulniers Brousseau, V., Morello, V., MacPherson, S., Paris, M., & Lefsrud, M. (2021). *Cannabis Chemistry, Post-Harvest Processing Methods and Secondary Metabolite Profiling: A Review*. Ind. Crops Prod. 2021, 170, 113743.

- AL Ubeed, H., M., S., Wills, R., B., H., & Chandrapala, J. (2022). *Post-Harvest Operations to Generate High-Quality Medicinal Cannabis Products: A Systemic Review*. *Molecules*. 2022; 27(5), 1719; <https://doi.org/10.3390/molecules27051719>
- Bantle M., Kolsaker K., & Eikevik T., M. (2011). *Modification of the weibull distribution for modeling atmospheric freeze-drying of food*. *Dry. Technol.* 2011;29:1161–1169. doi: 10.1080/07373937.2011.574242.
- Challa, S., K., R., Misra, N.N., & Martynenko, A. (2020). *Drying of cannabis—state of the practices and future needs*. *Dry Technol.* 2020;0:1–10.
- Chandra Das, P., Vista, A., R., Tabil, L., G., & Baik, O., D. (2022). *Postharvest Operations of Cannabis and Their Effect on Cannabinoid Content: A Review*. *Bioengineering*. 2022; 9(8), 364; <https://doi.org/10.3390/bioengineering9080364>
- Chatterjee, A., & Abraham, J. (2018). *Microbial contamination, prevention, and early detection in food industry*. (2018). Elsevier Inc.: UK,
- Chen, C., Wongso, I., Putnam, D., Khir, R., & Pan, Z. (2021). *Effect of Hot Air and Infrared Drying on the Retention of Cannabidiol and Terpenes in Industrial Hemp (Cannabis sativa L.)*. *Ind. Crops Prod.* 2021, 172, 114051.
- Ishwarya S.P., Anandharamkrishnan C., & Stapley A., G. (2015). *Spray-freeze-drying: A novel process for the drying of foods and bioproducts*. *Trends Food Sci.* 2015;41:161–181. doi: 10.1016/j.tifs.2014.10.008.
- Lazarjani M.P., Young O., Kebede L., & Seyfoddin A. (2021). *Processing and extraction methods of medicinal cannabis: A narrative review*. *J. Cannabis Res.* 2021;3:32. doi: 10.1186/s42238-021-00087-9.
- Mujumdar, A., S., & Woo, M., W. (2020). *Drying Technologies for Biotechnology Pharmaceutical Applications*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA; Weinheim, Germany: 2020. *Effects of electric and magnetic field on freezing; pp. 283–301*.
- Reddy Challa, S. K. (2020). *Drying kinetics and the effects of drying methods on quality (CBD, terpenes and color) of hemp (Cannabis sativa L.) buds*. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, March 2020.
- Uziel, A., Milay, L., Procaccia, S., Cohen, R., Burstein, A., Sulimani, L., Shreiber-Livne, I., Lewitus, D., & Meiri, D. (2022). *Solid-State Microwave Drying for Medical Cannabis Inflorescences: A Rapid and Controlled Alternative to Traditional Drying*. *Cannabis and Cannabinoid Research*. 2022; <https://doi.org/10.1089/can.2022.0051>
- Veit, M. (2022). *Quality Requirements for Medicinal Cannabis and Respective Products in the European Union – Status Quo*. *Planta Med.* 2022. DOI 10.1055/a-1808-9708. ISSN 0032-0943