



Mucizevi Bitki Kenevir'in (*Cannabis sativa* L.) Gıda Endüstrisinde Kullanımı

¹ Nurcan DOĞAN¹, ¹ Cemhan DOĞAN¹

¹ Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Yozgat/TÜRKİYE

◆ Geliş Tarihi/Received: 21.08.2021

◆ Kabul Tarihi/Accepted: 06.09.2021

◆ Yayın Tarihi/Published: 31.12.2021

Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article:

Doğan N, Doğan C. Mucizevi Bitki Kenevir'in (*Cannabis sativa* L.) Gıda Endüstrisinde Kullanımı. Bozok Vet Sci (2021) 2, (2): 47-56.

Özet: Kenevir (*Cannabis sativa* L.), tarımı yapılan en eski tahıllardan biri olmasına rağmen içerdiği psikoaktif maddeden dolayı esrar olarak kullanımı nedeniyle 20. yüzyılda kısıtlanmalara maruz kalmıştır. Ancak son yıllarda kenevir tohumu üretimi ve tüketimi, içermiş olduğu primer/sekonder bileşenlerin fonksiyonel faydaları, hakkındaki bilimsel çalışmaların hız kazanması ve uygulanan ülke politikalarıyla yükselme eğilimine girmiştir. Buna ek olarak kenevirin gıda-gıda bileşeni olarak kullanımı da son yıllarda yaygınlaşmıştır. Bu nedenle, bu çalışma, bilimdeki son gelişmeler ışığında kenevir tohumunun primer ve sekonder metabolitlerini ve gıda endüstrisinde katma değerli gıda ürünlerine işlenmesi ve çeşitli faydaları hakkındaki araştırmaları içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Endüstriyel kenevir, Kenevir menşeli gıdalar, İşlevsellik, Biyoaktif etkiler

Use of the Miraculous Herb Hemp (*Cannabis sativa* L.) in the Food Industry

Abstract: Although cannabis (*Cannabis sativa* L.) is one of the oldest cultivated cereals, it was subject to restrictions in the 20th century due to its use as marijuana for the psychotropic substance. However, in recent years, the production and consumption of cannabis seeds has tended to increase with the acceleration of scientific studies on the functional benefits of the primary / secondary components of this seed and the applied country policies. In addition, the use of hemp as a food-food component has become widespread in recent years. Therefore, this review includes research on primary and secondary metabolites of cannabis seeds and their various benefits and processing into value-added food products in the food industry in the light of the latest developments in science.

Keywords: Industrial hemp, Hemp food, Functionality, Bioactive effects

1. Giriş

Kenevir tarih boyunca gıda ve tekstil alanları başta olmak üzere endüstride, aynı zamanda çeşitli hastalıkların tedavisinde tıbbi faydaları için de kullanılan çok yönlü tek yıllık otsu bir bitkidir (1). Kenevirin (*Cannabis sativa* L.) 1970'li yıllara kadar yalnızca bir türü olduğunu bilmekle birlikte, kısaca uyuşturucu tipte olan ve olmayan olarak kategorize ediliyordu. Ancak sonrasında içermiş olduğu psikoaktif bir bileşen tetra-hidrokanabinol (THC) miktarına göre genel olarak sınıflandırılmış olup, nispeten yüksek miktarlarda THC içeren tür *Cannabis sativa* subsp. *indica* (Hint keneviri), düşük miktarlarda THC içeren ise *Cannabis sativa* subsp. *sativa* (kültür keneviri) olarak adlandırılmıştır (2). Kenevir, gıdalarda sıklıkla tohumu ve/veya türevleri olarak kullanılmaktadır. Ayrıca kenevir ekstraktının çay, kahve, pizza, kahvaltılık gevrek, çikolata ve süt gibi gıda ürünlerine infüze edilerek kullanımı öngörülmektedir (3).

Kenevir tohumu, insanın besinsel ihtiyacını karşılamak için yeterli miktarda ve oranda temel amino asitleri ve yağ asitlerini içeren zengin besin değerine sahiptir (4). Anadolu topraklarında MÖ 1500 yılına ait kenevir menşeli buluntulara rastlanıldığı bilinmektedir (5). Bu durum

Anadolu topraklarında kenevir tarımının uzun yıllar önce yapıldığının en önemli göstergelerinden biri olmakla birlikte son yıllarda tarımı azalmış ve neredeyse unutulmaya yüz tutmuştur. Bunun en önemli sebeplerinden biri yasa dışı madde üretiminde kullanılan ve yüksek miktarda THC içeren türün *indica* olduğu bilinmekle birlikte alt türlerin melezlenmesi ile elde edilen güçlü etkili kannabis (high-potency cannabis; skunk) çeşidinde de yine yüksek miktarda THC bulunabilmesidir. Dolayısıyla bu durum mevcut çeşitlerin hangi alt türe ait olduğunun belirlenmesini güçleştirmektedir (6). Bu sebeple üretilecek kenevirlerdeki THC miktarları yasal olarak sınırlandırılmıştır ve bu sınırlarda psikoaktif özellik göstermediği kabul edilmektedir. ABD'de tüketilen herhangi bir nihai ürün, ABD yasalarına göre %0.3 den fazla THC içermemelidir (7). Avrupa birliğinde ise kuru bitki materyalinde THC Konsantrasyonu %0.2 den fazla içermeyecek şekilde sınırlandırılmıştır (8). THC oranı düşük kenevir ıslah tohumu çalışmalarında yaşanan son 20 yıldaki gelişmeler, gıdalarda kullanım olanaklarını da gündeme taşımıştır. Kenevirin ülkemizde gıda olarak geleneksel kullanım alanlarına bakıldığında; çerez olarak tüketilen ve halk arasında çedene veya kavurğa ön plana çıkmaktadır.

Hindistan, Rusya ve Doğu Avrupa da kavrulmuş kenevir tohumları hala daha atıştırılabilir olarak satılmaktadır (4). Ayrıca Baltık devletlerinde de kenevir tohumu kullanılarak üretilen çeşitli geleneksel gıdaların olduğu bilinmektedir (9). Geleneksel ürünler hariç kenevir tohumu genellikle kenevir bitkisini yetiştirmek için kullanılmıştır. Ancak Avrupa'da artık keneviri sadece tohumu için üreten üreticiler çoğalmıştır. Gıda pazarının talebi doğrultusunda kenevir tohumu üretimi 2010-2013 yılları arasında %92'lik büyüme payı ile 6000 tondan 11.500 tona yükselmiştir (10). Dünya'da kenevir ekim alanları 2013 yılından itibaren kenevirin yeni nesil kullanım alanlarının keşfi ile artış göstermiştir. 2017 yılında yapılan bir araştırma sonucuna göre; yenilebilir kenevir ürünleri pazarının 8,4 milyar dolar olduğunu ve 2018-2022 döneminde %25 oranında büyüerek tahmini 25.7 milyar dolara ulaşacağı öngörülmektedir. Ayrıca bu orandaki %60'lık payın infüze gıda sektörüne ait olacağı düşünülmektedir (3). Buna verilecek en güzel örneklerden biri öncelikle ilaç endüstrisinin dikkatini çeken bir fitokannabinoid olan kannabidiol (CBD) olmuştur. Kenevirin sağlık üzerine olan olumlu etkileri bu amaçla üretilebilecek gıda ürünlerini akla getirmiştir. Ancak bu gıda ürünleri de yasal izinlere tabi olduğundan üretiminde sıkıntılar doğurmaktadır. Ülkelerin THC içeriği yüksek tohum üretimindeki kısıtlamalar, THC içeriği düşük tohumlara ve/veya hiç THC içermeyen tohumlara olan ilgiyi arttırmıştır.

Kannabidiol yakın bir zamana kadar kenevir yasaklarının gölgesinde kalmış ve değerlendirilememiştir. Ancak bilim dünyasındaki gelişmeler ışığında gıda ürünlerine ilave etmek için umut vaat etmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde fitokannabinoidlerin süt, çay, kahve, meyve suları ve mineralli sulara infüzyonu ile edilen ürünlerin satışı gün geçtikçe artmaktadır. Ayrıca kenevir proteini içeren kahveler, çaylar ve sodalarda pazardaki yerini almaktadır. Kannabidiol infüze edilmiş ürünler, THC gibi metabolize edildiklerinde ana kannabinoid moleküllerinden biri olan delta-9-tetra-hidrokanabinol, 11-hidroxy-THC (sarhoşluk veren) ye dönüşmezler. Ancak CBD nin üretim işlemleri sırasında sıcaklık artışına bağlı olarak dekarboksilasyon işlemine dikkat edilmelidir. Bu nedenle sıvı gıdaların CBD ile infüze edilmesinde dekarboksile edilmemiş olanı ile formülize edilmesi önem arz etmektedir. Kabuğu soyulmuş kenevir tohumları, kenevir tohumu proteini ve kenevir tohumu yağı için ise durum farklıdır. Bunlar GRAS (Generally Recognized as Safe; Genel Olarak Güvenli Kabul Edilen) olarak kabul edildiklerinden ve bileşenlerin hastalığı tedavi ettiğine dair herhangi bir iddiada bulunulmadığı sürece herhangi bir ek onay gerekmeden pazarlanabilirler (3). Uluslararası düzeyde son 20 yılda, endüstriyel kenevir tohumu ve nutrasötiklerinin gıda, içecek, fonksiyonel gıda bileşeni, alternatif protein kaynağı, yağ ve kannabidiol menşeli ürünlerin üretiminde artış kaydedilmiştir (1).

Gıda endüstrisinde kenevir tohumunun kullanımına bakıldığında sahip olduğu primer ve sekonder metabolitlerin etkisi dikkat çekicidir. Dolayısıyla bu çalışma, kenevir tohumunun primer ve sekonder metabolitleri üzerine yapılan bilimsel çalışmaları, sağlık beyanlarını ve gıda endüstrisinde hangi teknolojilerde/ürünlerde kullanılabildiği ile ilgili bilgileri içermektedir.

2. Kenevirin primer ve sekonder metabolitleri

Kenevirin bileşimi; kullanılan kenevir tohumu, ekolojik koşullar, yetiştirme şartları, hasat zamanı ve depolama koşullarına bağlı olarak değişmektedir (11). Bu amaçla ihtiyaca uygun kenevir tohumu çeşidi kullanmak randıman açısından son derece önemlidir. Aminoasitler, yağ asitleri, steroidler, diyet lifleri ve vitaminler primer metabolitler grubunda yer alırken kannabinoidler, flavonoidler, stilbenoidler, terpenoidler, lignanlar ve alkaloidler ise sekonder metabolitler grubunda sınıflandırılmaktadır (4, 12).

2.1. Primer metabolitler

Kenevir tohumundan üretilen kenevir yağı, kenevir unu, kenevir protein tozu ve kenevir sütünün sağlıklı yağ asitleri bileşimi, yüksek protein içeriği ve aminoasit profili ile zengin vitamin-mineral kombinasyonu sergilemesi ile aynı zamanda duyuşsal özelliklerinin de yüksek olması dolayısıyla gıda olarak kullanımı ve/veya gıda proseslerinde değerlendirilmesi trendi yükselişe geçmiştir. Kenevir tohumunu ortalama olarak %35.5 yağ, %24.8 protein, %27.6 civarı diyet lifi ki bunun %5.4 sindirilebilir ve % 22.2 si de sindirilemeyen diyet lifi oluşturmaktadır. Ayrıca %6.5 nem ve %5.6 kül ihtiva etmektedir (4). Yüksek vitamin içeriği (A, C, E, B1, B2) mineraller (fosfor, magnezyum, potasyum, kalsiyum, demir, sodyum) ve β -karoten içeriğinin yüksek olması ile karakterize edilirler (4).

2.1.1. Kenevir yağı

Kenevir tohumu %80 in üstünde çoklu doymamış yağ asitlerini (PUFA; Polyunsaturated Fatty Acids) içermekte olup, esansiyel yağ asitleri olan linoleik asit (18:2 omega-6) ve alfa-linolenik asit (18:3 omega-3) açısından son derece zengindir. Kenevir yağında da bulunan PUFA'nın yaraları iyileştirdiği ve bağışıklığı arttırdığı bilinmektedir (13). Kenevir yağındaki linolenik asit, anti-inflamatuar, antihipertansiyon, anti-vazokonstriktif, anti-kanser ve anti-trombotik etkileri ile birlikte, düşük yoğunluklu lipoproteini (LDL; Low Density Lipoproteins) azaltır, metabolik hızlanmaya bağlı olarak yağ yakımını artırır (14). Kenevir tohumunda Ω -6/ Ω -3 oranı 2:1 ile 3:1 oranındadır ki bu da insan sağlığı için optimal olarak kabul edilir (4, 15). Buna ek olarak, iki esansiyel aminoasitin biyolojik metabolitleri olan gama-linolenik asit (18:3 Ω -6; GLA) ve stearidonik asit (18:4 Ω -3; SDA), kenevir tohumu yağında bulunmaktadır. Omega-6/ Ω -3 yağ asitleri oranının olabildiğince düşük olması yüksek prevalanslı birçok kronik hastalık riskinin

azaltılmasında arzu edilmektedir (16). Kenevir tohumu yağının anti-inflamatuar profili sayesinde kenevir yağına içeren gıda ürünlerinin de patolojik kronik inflamasyonunu faydalı bir şekilde etkileyebileceği düşünülmektedir (17). Ayrıca kenevir tohumu yağının; trombosit agregasyonunu azaltarak kardiyovasküler riski azalttığı (16) ve atopik dermatite karşı etkili olduğu (4) bilinmektedir. Yine GLA'nın destek olarak hastalara verilmesinin osteoporoz ve diyabet üzerinde olumlu etkilerinin olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla henüz direkt olarak kanıt olmasa da, kenevir tohumunda da bulunan GLA ile zenginleştirilmiş gıdaların osteoporoz riskini azaltmada veya geciktirmede ve diyabet üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir (18). Kenevir tohum yağı ayrıca yüksek düzeyde tokoferol içerir. α -, β -, γ - ve δ -tokoferol içeriğinin sırasıyla 100 g yağda sırasıyla 3.22, 0.81, 73.38 ve 2.87 mg olarak tespit edilmiştir (19). Tokoferoller iyi antioksidan kaynağı olup, kanser, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalık riskini azalttığı bilinmektedir (20). Rezapour-Firouzi ve Arefhosseini (21), kenevir tohumu yağı ve çuha çiçeği yağını (9:1) birlikte takviye edilen alan MS hastalarında ve karaciğer enzimlerinin aktivitesinde iyileşme bildirmiştir.

Kenevirin gıdalarda kullanımında dikkat edilecek nokta, lifi için üretilen kenevir olsa bile, kenevir tohum yağı ilave edilerek üretilen gıda ürünlerindeki THC miktarıdır ki bazı gıdalarda analizlenebilir oranlarda çıkabilmektedir. Kenevir içeren gıda maddelerinde THC'nin varlığı, sadece psikoaktif sorununu değil aynı zamanda uyuşturucu testlerinin pozitif sonuçlarının geçerliliği konusunda da endişelere yol açmaktadır (22). Ancak tüm bunların yanında günümüz kan ve idrarda çıkan psikoaktif maddenin kaynağının kenevir içeren gıdalardan kaynaklandığının tespiti mümkündür (23).

2.1.2. Kenevir proteini

Yağ ekstraksiyonundan sonraki yan ürün olan kenevir keki veya küspesi yüksek kaliteli proteinleri bünyesinde barındırmaktadır. Kenevir tohumu proteini, mükemmel sindirilebilirliği ve arzu edilen temel amino asit bileşimi ile bilinmektedir (24). Kenevir kekindeki protein içeriği, kullanılan kenevir çeşidine ve yağ ekstraksiyon yöntemine (soğuk presleme veya solvent) bağlı olarak %30-50/kuru madde arasında değişmektedir (25). Sahip olunan protein zenginliği araştırmacılar tarafından da ilgi görmüş ve 1960-1980 yılları arasında yapılan araştırma (scopus) sayısı sadece 5 iken 2010-2018 yılları arasında bu sayı 270'e yükselmiştir. Çeşitli gıdaların üretim, depolanması, hazırlanması ve tüketimi sırasında proteinlerin fonksiyonel özelliklerinden yararlanılmaktadır. Kenevir proteini kaynaklı biyoaktif peptitler; köpürme, emülsifiye etme, jelleştirme ve film oluşturma yetenekleri gibi teknolojik faydaları için tercih edilmektedir. Öte yandan, gıda endüstrisinde içecekler, fonksiyonel bileşenler, besin takviyeleri gibi birçok ürün kenevir tohumu proteinleri kullanılarak geliştirilmektedir (26). Albümin ve globülin

(edestin) kenevir tohumunda bulunan iki ana proteindir ve her ikisi de insanoğlu için elzem öğelerdir (4). Edestin toplam protein içeriğinin %60-%80'ini oluştururken geri kalanının yaklaşık %25'lik kısmı ise albümin kaynaklıdır (24, 27). Albüminler globülinlerden daha yüksek çözünürlük ve köpürme kapasitesi sergilerken, emülsiyon oluşturma yeteneğinde hiçbir fark bulunmamaktadır(25). Kenevirin içermiş olduğu proteinler hacimce %18 civarında kükürt amino asitleri içerir ki kükürten zengin proteinin tripsine karşı hiçbir inhibitör aktivitesi olmamakla birlikte gıdaların besleyiciliğini formüle etmek için zengin bir tiyol kaynağı olarak hizmet edebilir. Proteince zengin oldukları bilinen soya fasulyesi, bezelye ve fasulye gibi çeşitli bitkisel gıdalardan elde edilen baklagil proteinleri kükürt bakımından yetersiz olduğundan, kenevir proteinlerini daha değerli kılmaktadır (28).

Kenevir proteininden maksimum düzeyde faydalanabilmek için kenevir protein keki, kenevir protein konsantresi ve kenevir protein izolatu gibi ürünler geliştirilmiştir. Kenevir protein keki, kenevir tohumundan yağı alındıktan sonra kalan posanın parçalanması ile elde edilir ve yaklaşık olarak %37 oranında protein içerir. Kenevir protein konsantresi, yağı alınmış kenevir tohumundan protein olmayan bileşenlerin çoğunun uzaklaştırılmasıyla kuru ağırlık bazında %74'e kadar protein miktarı artırılabilir (29). Kenevir protein izolatu ise protein olmayan bileşiklerin farklı yöntemlerle ekstrakte edilmesi ve protein içeriğinin %90'dan fazla zenginleştirilmesi ile elde edilir. Bu saf ve zenginleştirilmiş kenevir formu, protein olmayan bileşenlerin istenmediği ve gıda proseslerinde proteince zenginleştirme ihtiyacını karşılamaya yönelik olarak üretilmektedir (30, 31). Kenevir proteini, dengeli bir amino asit profiline sahiptir. Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organisation; FAO)/Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organisation; WHO) tarafından önerilen 2 ila 5 yaşındaki çocukların gereksinimlerini karşılamak için yeterlidir (26). Kenevir tohumundaki arginin içeriği (%12) de oldukça yüksektir (32). Arginin (Arg)/Lizin (Lys) oranı kolesterolemik ve anterojenik etkilerin bir belirleyicisidir. Kardiyovasküler sağlığı destekleyen gıdaların formülasyonu için bu değer olabildiğince yüksek olması istenmektedir (33). Kenevir proteininin Arg/Lys oranı %3.0-5.5 (h/h) olarak bulunurken; soya protein izolatu %1.41 veya kazein %0.46 olarak belirlenmiştir (26). Bu durum kenevir proteini besleyici ve biyoaktif olarak değerli kılmaktadır. Besleyici değerlerinin yanı sıra in vitro ve in vivo yapılmış çalışmalarda kenevir protein peptitlerinin; antihipertansif (34), antikanser (35) antimikrobiyal (36), renin-angiotensin sisteminin inhibitörü (37), immünomodülatör (38), hipokolesterolemik etki (39), serum glikoz regülatörü (40) ve antioksidatif (24, 41) özellikler sergilediği tespit edilmiştir.

Kenevir proteinin fonksiyonallığı

Proteinler besin değerlerinin yanı sıra sağladığı birçok teknolojik faydaları içinde sıklıkla tercih edilmektedir. Proteinlerin sahip olduğu fonksiyonel özelliklerden yararlanabilmenin başlıca koşulu çözünebilir olmalarıdır. Bir protein çözünlüğü işlenmiş gıdalarda; jelleşme, köpük oluşturma kapasitesi ve stabilitesi, yağ bağlama, su tutma kapasitesi ve emülsifikasyon gibi koloidal yapı gelişimi üzerinde de spesifik olarak rol oynadığından son derece önemlidir.

❖ Çözünürlük

Yaklaşık nötr pH'da, kenevir protein izolatu genellikle zayıf çözünlüğe sahiptir. Kenevirin albümin fraksiyonunun protein çözünlüğü, pH 3'de %57, pH 8.0'de ise %84 iken globulin fraksiyonunununki ise pH 3'de %20, pH 8'de %50 olarak belirlenmiştir (42). Membran ultrafiltrasyon yöntemi ile üretilmiş kenevir konsantrisinde çözünlük pH 4.0'de %76'ya kadar artırılmıştır ki bu değer aynı pH da kenevir protein kekinde %75'dur (29). Bununla birlikte, pH 8.0'den büyük olduğunda, protein çözünlüğü %65 ila %90 arasında artmıştır (24). Bu durum kenevir proteininin alkali çözümlü bir protein türü olduğunu göstermektedir. Bitkisel proteinlerin çözünlüğünü artırmak için birçok araştırma bulunmakla birlikte, kenevir protein izolatu % 85'lik protein çözünlüğü ile mercimek ve kinoa izolatından daha yüksektir (43, 44).

❖ Sindirim

Kenevir proteinlerinin sindirim derecesi, proteinlerle ilişkili enzimlere bağlıdır. House ve ark. (45) tarafından yapılan bütün kenevir tohumu, kabuğu soyulmuş kenevir tohumu ve yağı alınmış kenevir kekinin protein sindirilebilirliğinin değerlendirildiği çalışmada; kabuğu soyulmuş kenevir tohumunun sindirilebilirliği %90.8-%97.5 olarak bulunurken bu değer, kazein ile (%97.6) karşılaştırılabilir nitelikte olup kabuğu soyulduktan sonra sindirilebilirliğinin arttığı belirtilmiştir. Kenevir protein izolatu ve soya protein izolatının sindirilebilirliğinin belirlendiği çalışmada; kenevirin sindirilebilirliği %88 ila %91 arasında, soyanın ki ise %71 olarak belirlenmiş olup kenevir izolatının insan tüketimi için verimli bir protein kaynağı olduğu vurgulanmıştır (46). Termal denatürasyona karşı kararlılık, proteinlerin önemli bir kalite özelliğidir. Aynı ekstraksiyonu ile (alkali ve asit) üretilen kenevir protein izolatının termal denatürasyonu keten tohumu proteininden daha yüksek, ancak kanola proteininden daha düşük olarak tespit edilmiştir (30).

❖ Su bağlama

Bir proteinin değeri ve gıda sistemlerindeki performansı suyu bağlama yeteneği ile ilişkilidir (26). Yapılan bir çalışmada kenevir unu proteinlerinin su bağlama kapasitesi bakla, karabuğday, bezelye ve buğdaydan daha yüksek

olarak tespit edilmiştir (47). Ayrıca daha az hidrofilik grupların kaybı söz konusu olduğundan enzimatik parçalanma ile hazırlanan kenevir protein konsantrisinin su bağlama kapasitesi, kenevir protein izolatından daha yüksek bulunmuştur (29). Son yıllarda bitkisel kaynaklı protein jelleri, vejeteryan/vegan beslenme, nispeten hayvansal kaynaklara göre ucuz oluşu ve hayvansal kaynaklı ürünlerin sürdürülebilirliğindeki problemler nedeniyle birçok gıda ürününün yapısal özelliklerini geliştirmek için kullanılmaktadır. Ancak üründe istenen bir fonksiyonel özelliği sağlamak için kullanılacak bitkisel kaynağın menşei ve bununla beraber uygulanacak parametreler ekstraksiyon yöntemi veya diğer işlemler (pH, sıcaklık, basınç, tuz) ile uyumlu olmalıdır.

❖ Jel oluşturma

Proteinlerin jel oluşturma ile üç boyutlu yapının içinde şeker, aroma ve diğer gıda bileşenlerinin tutulması özelliğinden, yeni gıda formülasyonlarının geliştirilmesinde sıklıkla yararlanılmaktadır (48). Malomo ve ark. (25) tarafından yapılan çalışmada kenevir proteinin jelleşmesi için uygulanan izolasyon yöntemine göre protein konsantrasyonunun farklı olabileceği vurgulanmıştır. Ayrıca bu farklılıkta kenevir tohumu çeşidinden etkilenen farklı protein bileşimleri ile ilişkili olabileceği de düşünülmektedir. Kenevir kekinin jelleşmesi için gerekli protein konsantrasyonunun kenevir izolatından daha düşük olduğunun ve bunun gerekçesinin de kenevir kekinde bulunan şeker, polisakkarit gibi jelleşmeye katkı sağlayacak protein olmayan materyallerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Genel olarak, kenevir proteini hazırlamada kullanılan izolasyon yöntemleri jelleşme potansiyelini büyük ölçüde etkilemekte olup, miselizasyon yöntemi, alkali çözündürme-izoelektrik çökeltme işleminin aksine daha ince yapıda jel yapısı oluşturmaktadır (49).

❖ Köpürme

Proteinlerin köpük oluşturma fonksiyonel özelliği çırpılmış pasta süslemeleri, dondurma, kekler, tatlılar gibi geniş bir yelpazede kullanılmaktadır (50). Yumurta beyazı ve süt proteinleri köpük, emülsiyon, jel oluşturma ve su tutma gibi birçok fonksiyonelliği ile gıda uygulamalarında en sık kullanılan proteinler olmakla birlikte gıda sanayinin daha ucuz protein kaynaklarına olan taleplerindeki artış ile bitkisel kaynaklı protein arayışı, hububat, baklagil ve yağlı tohum proteinleri gibi bitkisel proteinlere olan ilgiyi arttırmıştır. Malomo ve Aluko (29) tarafından yapılan çalışmada; 20-60 mg/mL protein konsantrasyonlarında ve pH 3-9 aralığında membran ultrafiltrasyon yöntemi ile üretilmiş kenevir konsantrisinde, protein izolatından daha yüksek köpürme kapasitesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ancak köpük stabilitesi, protein izolatında daha yüksek olup bu durumun kenevir konsantrisinin protein içeriğinin düşük oluşu ve protein olmayan maddelerin varlığından

kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü düşük protein yerçekimi kuvvetine karşı daha zayıf ara yüzey zarları oluşturur, böylece daha yüksek bir köpük drenajına neden olur.

❖ Yağ tutma

Proteinler önemli yağ tutucu ajanlar olup, protein zincirinin polar olmayan kısımlar lipit-protein interaksiyonlarını sağlar ve myofibriller proteinlerin üç boyutlu matrisi yağ tutma özelliği gösterir (48). Yapılan çalışmada kenevir protein konsantrisi ile izolatının yağ bağlama kapasitesi birbirine yakın olup, kenevir kekinden daha yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi olarak da protein içeriğinin daha yüksek olması gösterilmiştir. Dahası alkali ekstraksiyonunun yağ bağlama kapasitesi, asit ekstraksiyonundan daha yüksektir. Ayrıca alkali ile ekstrakte edilmiş protein izolatının yağ tutma kapasitesi, miselizasyon yöntemine göre daha yüksek çıkmıştır (29, 31). Bunun nedeninin kısmi protein denatürasyonunun sonucunda yüzeyde hidrofobik bileşiklerin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kenevir protein izolatının yağ bağlama kapasitesi soya protein izolatu ile karşılaştırılabilir (24) olarak, keten ve kanola izolatlarından ise önemli ölçüde üstündür (30).

❖ Emülsifikasyon

Malomo ve Aluko (29)'ya göre, kenevir protein konsantrisi 6-15 µm yağ damlacıkları boyutu ile düşük emülsiyon kapasitesi sergilerken, protein keki ve izolatu ise 1 µm'den küçük yağ damlacıkları boyutu ile daha yüksek kapasitede emülsiyon oluşturmuştur. Hatta protein kekinin izolattan daha iyi emülsiyon kapasitesi göstermiştir. Bu durum protein izolatu moleküllerinin daha fazla hidrofobik gruplara sahip olması, protein kekinde ise yüksek düzeyde bulunan çözünmeyen polisakkaritlerin su yerine yağı tercih etmesi ile ilişkilidir (25). Kanola proteinin emülsiyon kapasitesi ile karşılaştırıldığında alkali veya asit ekstraksiyonu-izoelektrik çökelme ile üretilen kenevir protein izolatu ile karşılaştırıldığında yakın emülsiyon kapasitesi sergilerken, emülsiyon stabilitesi daha düşüktür (30).

Kenevir proteini kompakt yapısı nedeniyle diğer birçok bitkisel proteine göre genellikle daha sınırlı endüstriyel uygulamaya sahiptir. Bu nedenle fonksiyonelliği geliştirmeye yönelik çeşitli fiziksel, kimyasal ve enzimatik işlemler, ısı işlem, hidroliz, asilasyon ve pH değişiminin etkisi gibi çalışmalar üzerine yoğunlaşmıştır (26).

2.1.3. Kenevirin diğer besin bileşenleri

Kenevir tohumunun esas besin bileşenleri yağ ve protein olmakla birlikte, içerdiği yüksek diyet lif içeriği, mineral ve vitamin içeriği de azımsanmayacak miktardadır. Lif yerine tahıl olarak üretimde tercih edilen Finola çeşidine ait tüm tohumda karbonhidrat, kül, toplam diyet lifi, çözünür diyet lifi ve çözünmeyen diyet lifi sırasıyla; %27.6, %5.6, %27.6,

%5.4 ve %22.2 yağı alındıktan sonraki tohum kekinde ise sırasıyla %42.6, %7.2, %42.6, %16.4 ve % 26.2 olarak tespit edilmiştir. Yine aynı tohum çeşidinde mg/100 g'daki E, B1, B2 vitaminleri sırayla 90, 0.4 ve 0.1; P, K, Mg, Ca, Fe, Na, Mn, Zn ve Cu mineralleri ise sırasıyla; 1160, 859, 483, 145, 14, 12, 7, 7 ve 2 olarak bulunmuştur. Kenevir tohumundaki tokoferoller (E vitamini) α-tokoferol (5 mg/100 g) ve γ-tokoferol (85 mg/100 g) olarak sınıflandırılmıştır (4).

2.2. Sekonder metabolitler

Kenevir de dahil olmak üzere bitkiler, savunma sistemi mekanizmasını geliştirmek ve yaşam döngüsünü spesifik olarak kontrol edebilmek amacıyla sekonder metabolitlere ihtiyaç duyarlar (12). Kenevirde tanımlanmış 480'den fazla farklı kimyasal sınıfları temsil eden fitokimyasal bileşik tanımlanmıştır (51). Kenevirin sekonder bileşikleri kannabinoidler, flavonoidler, stilbenoidler, terpenoidler, lignanamidler, fenolik amidler ve alkaloidler olup, arasında ise en fazla üzerinde çalışılan ve dikkat çeken bileşik ise kannabinoidlerdir.

2.2.1. Kannabinoidler

Kannabinoidler genel olarak 22 karbonlu olarak bilinirler. Cannabigerol (CBG), Cannabichromene (CBC), Cannabidiol (CBD), Cannabitriol (CBT), Cannabicyclol (CBL), Cannabielsoin (CBE), Cannabinodiol (CBND), Cannabinol (CBN), Δ8-Tetrahydrocannabinol (Δ8-THC) ve Δ9-Tetrahydrocannabinol (Δ9-THC) yapısal tipleri olmak üzere 10 ana bölüme ayrılmıştır (12). Kannabinoidler, yakın bir zamana kadar genellikle psikoaktif aktivitesi ile ilişkilendirilmiştir (52). Ancak yapılmış olan bilimsel çalışmalar kannabinoidlerin aynı zamanda farmakolojik etkilerinin de yüksek olduğu yönündedir (53). CBD, kenevirde bulunan psikoaktif ve toksik olmayan bir kannabinoid bileşiği olup son zamanlarda biyomedikal ve gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (1).

2.2.2. Flavonoidler

Flavonoidler insan beslenmesi ve sağlığı için önemli bileşikler olup antioksidan, anti-alerjenik ve antiproliferatif özelliklere sahip olduğu bilinmektedir (54). Kenevirin 7 kimyasal bileşiği (izoviteksin, apigenin, naringenin, eriodictyol, luteolin, kaempferol, quercetin) ve bu bileşiklerin metabolik reaksiyonları neticesinde glikozile, prenile veya glikosile edilmiş formları ile meydana gelen 20'den fazla flavonoid içerdiği bilinmektedir (51). 10 adet endüstriyel kenevir çeşidi üzerine yapılan çalışmada, örneklerin ortalama fenolik içeriği 2224 mg/100 g GAE olarak bulunmuştur (55). Teh ve Birch (15) yaptıkları çalışmada kenevir toplam fenolik madde miktarını 188.23 mg/100 g GAE bildirmiştir. Sonuçlar kenevirin aynı zamanda iyi bir antioksidan kaynağı olduğunu göstermektedir.

2.2.3. Stilbenoidler (Resveratrol)

Stilbenoidler, bitkilerin savunma mekanizmasından sorumlu fenolik bileşiklerdir (56). Stilbenoidler, ayrıca antiinflamatuvar (57), kardiyovasküler koruyucu (58), antioksidan (59) ve antimikrobiyal (60) aktivite göstermektedir. Kenevirde şimdiye kadar bilinen 3,4'-dihydroxy-5-methoxy bibenzyl, 3,3'-dihydroxy-5,4'-dimethoxy bibenzyl, dihydroresveratrol, canniprene, 3,4'-dihydroxy-5,3'-dimethoxy-5'-isoprenyl gibi bileşiklerinde aralarında olduğu 19 adet stilbenoid tanımlanmıştır (61).

2.2.4. Terpenoidler

Terpenoidler, bitkilerde hem birincil hem de ikincil metabolitler üretirler (62). Birincil metabolizmada terpenoidler; fitohormonlar, membran stabilizatörleri, solunum ve fotosentez işlevlerinde görevli iken ikincil metabolizmada iletişim ve bitki savunma mekanizmalarında görevlidirler. Kenevirde 61 monoterpen, 52 seskiterpenoid, 2 triterpen, 1 diterpen ve 4 terpenoid türevi olmak üzere toplam 120 terpenoid tespit edilmiştir (51). Ayrıca bazı kenevir terpenoidlerinin farmakolojik etkileri tespit edilmiştir (63).

2.2.5. Lignan amidler ve fenolik amidler

Kenevirde, N-trans-kumaroiltiramin, N-trans-feruloiltiramin ve N-trans-caffeoyltiramin olarak tanımlanan fenolik amidler ile cannabisin A, -B, -C, -D, -E, -F, -G ve grossamid olarak adlandırılan lignan amidler olmak üzere 11 bileşik bulunmaktadır (64). Fenolik amidler, sitotoksik (65), antiinflamatuvar (66) ve analjezik aktivite (67) göstermektedir. Lignan amidler içinde grossamid, cannabisin D ve -G'nin sitotoksik aktivite göstermektedir (68). Yan ve ark. (69) tarafından kenevir tohumları üzerine yapılan çalışmada cannabisin M, cannabisin N, cannabisin O ve 3,3'-demetil-heliotropamidin olmak üzere 4 yeni lignan amid tespit edilmiştir. Çalışma neticesinde izole edilen bazı bileşiklerin asetilkolinesterazı inhibe ettiği ve yüksek antioksidan aktivite gösterdiği bulunmuştur.

2.2.6. Alkaloidler

Alkaloidler, bakteri, mantar, hayvan ve bitkilerde bulunan karmaşık ve çeşitli yapılara sahip azotlu bileşiklerdir. Geleneksel olarak bitki alkaloidleri, eski zamanlardan beri öksürük kesici, sakinleştirici ve çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmıştır. Şu anda da hali hazırda kodein, brusin, morfin, efedrin ve kinin gibi alkaloidler farmakolojik ilaçların formülasyonunda kullanılmaktadır (70). Kenevirde bilinen 10 alkaloid tespit edilmiştir. Kenevir alkaloidleri protoalkaloidler grubundan; kolin, nörin, L-(+)-izolösinbetain ve muskarin, fenetilaminler grubundan; hordenin, piridinler grubundan; trigonellinden, piperidinler grubundan; piperidinler, pirolidinler grubundan; pirolidinler, Dihidroperifilin tipi poliaminler grubundan ise (+)-

kannabisativin ve anhidrokannabisativin olarak bilinmektedir (12, 61).

3. Kenevir ve yan ürünlerinin gıdalarda uygulanabilirliği

Kenevir proteinin teknolojik faydaları, yüksek besleyici değeri ve uygulandığı gıdalardaki geçerli duyuşsal not almasının bilinmesiyle, farklı teknolojiler ile üretilmiş kenevir tozları, konsantresi, keki, izolatu gibi geliştirilmiş ürünler; unlu mamüller, atıştırılabilir ürünler, içecekler, süt ürünleri, işlenmiş et ürünleri ve daha birçok alanda değerlendirilmiştir. Gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan kazein, peynir altı suyu tozu ve soya proteinin aksine yapılan çalışmalar, kenevir proteini kullanılarak üretilen son ürünlerde besin içeriğinin daha yüksek olmasının yanında teknolojik bazı faydalarının da olduğunu göstermiştir (71, 72).

Kenevir kullanımının en fazla araştırma konusu olduğu sektörlerin başında fırıncılık ürünleri gelmektedir. Formülasyona %40'a varan oranda kenevir keki eklenmiş glutensiz krakerlerin kahverengi pirinç ununa kıyasla daha yüksek protein, diyet lif, mineraller ve esansiyel yağ asitleri (Ω -3, Ω -6) içerdiği ve daha düşük karbonhidrat içerdiği tespit edilmiştir. Ayrıca hazırlanan tüm krakerlerde, Ω -6 ve Ω -3 yağ asitlerinin içeriği arasındaki oran 1.7 ile 1.83 arasında mükemmel dengeli bulunmuştur. Krakerlerin formülasyonuna katılan kek oranı arttıkça tekli doymamış yağ asitleri (Monounsaturated Fatty Acids; MUFA) ve PUFA'lar yükselmiştir. Aynı şekilde Ca, Fe, Mn, Mg ve Zn oranlarında periyodik olarak artış kaydedilmiş olup, en yüksek mineral madde olarak K ön plana çıkmıştır (73). Buğday unundan yapılan ekmeğe farklı oranlarda (0/100, 5/95, 10/90 ve 20/80) ilave edilen kenevir kekinin su emilimini, hamur gelişim süresini ekmeğin hacmini, rengini ve ekmeğin yapısal ve dokusal özelliklerini etkilediğini göstermiştir. Kenevir keki ile takviye edilmiş ekmeğe proteinler ile makro ve mikro elementler, özellikle demir minerali artışı ile besin değeri yükselirken, gluten miktarı azalmıştır. Ancak %20 oranından fazla kullanımında hamurun reolojik özelliklerinin azalmasına neden olmuştur. Çalışma sonucunda %20 kenevir unu ile takviye edilmiş 300 gram ekmeğin tüketiminin teorik olarak önerilen günlük demir alımını karşılayabileceği bildirilmiştir (74).

Apostol ve ark. (71) tarafından yapılan çalışma da kenevir keki unu ile zenginleştirilmiş ekmeğelerde protein, diyet lif, doymamış yağ asitleri ve mineral miktarı artarken karbonhidrat içeriği azalmıştır. %10'a varan oranda kullanılan kenevir keki ununun ekmeğin besinsel özelliğini arttırdığı, teknolojik ve duyuşsal yönden ise benzer sonuçlar sergilediği belirlenmiştir. Buğday ve arpa karışımından yapılan kurabiyelere kenevir unu ilavesi ile diyet lif ve protein içeriği artırılmıştır (75). Glutensiz ekmeğelere %10 ve %20 oranında kenevir proteini kullanımının kenevir unu kullanılmayanlara göre yaklaşık olarak 2 katı kadar protein

içeriğinin arttırıldığı, %20 kenevir proteini kullanılarak üretilen ekmeklerin kontrol grubuna göre protein oranı 4 katından fazla, diyet lif içeriği ise yaklaşık 2 kat artmıştır. Ayrıca kenevir ürünleri ilave edilen ekmeklerde hacim artışı gözlemlenmiştir (76). Bu durumun kenevir proteinlerinin suyu emmesi, köpürmesi ve şişmiş ve kısmen jelatinize edilmiş nişasta ile birlikte ekmeğin yapısının oluşturulmasında rol oynadığı düşünülmektedir (77). Kenevir tohumunun öğütülmesi ile elde edilen unların lif içeriği ve protein değeri çavdar ununa göre sırasıyla 30 ve 2.6 kat, buğday unundan ise 2 kat daha proteine sahiptir. %10 kenevir unu kullanılarak üretilen ekmeklerde kontrol grubu (buğday ve çavdar karışımı) ekmeklere göre asitlik, mayalanma süresi, pişirme süresi ve pişirme sıcaklığı azalmıştır. Yine son ürün olan ekmekte %27.4 daha fazla protein, %497.2 daha fazla lif içeriği ile birlikte %148,9 kalsiyum artışı, %101.5 fosfor artışı ve %87,1 magnezyum artışı tespit edilmiştir. Ayrıca demir içeriği mg/100 g'da 3.9'dan 8.1'e yükselmiştir (78). İşlem görmemiş bütün kenevir tohumu ve kekinin %20-40 arasında pirinç ununa ilave edilerek formülize edilen ekstrüde edilmiş enerji barlarında; kenevir katkılı olanlar, kontrol grubuna göre daha düşük su emme indeksi, daha yüksek toplam fenolik, flavanoid ve antioksidan kapasite göstermiştir. Ayrıca kenevir tohumu ilavesi ile üretilen diyet barlarında biyoaktif özellikler, kenevir keki ilave olanlara göre yüksek çıkmış olup, formülasyona %20 oranında ilaveli olanlar tat, renk ve duyuşal açıdan geçer not almıştır (79). Jozinović ve Aćkar (80) tarafından yapılan çalışmada süperkritik CO2 ekstraksiyonu ile yağdan ayrılmış kenevir keki ekstrüde edilmiş mısırdan yapılmış atıştırmalık üründe zenginleştirme ajanı olarak kullanılmıştır. Üzüm ve lahana sularına alternatif protein kaynağı olarak eklenen kenevir proteini, proinflatuar gen ekspresyonunu önemli ölçüde bastırmıştır. Ayrıca kenevir proteini izolatu eklenen meyve sularında kül ve diyet lif miktarı soya protein izolatu kullanılanlara göre daha yüksek çıkmıştır (81). Pastörizasyondan önce çiğ süte eklenen kenevir proteini, diğer bileşenler olan kabak çekirdeği unu, soya ve bezelye proteini izolatları ve buğday glutenine göre yoğurdun sinerezini azaltmış, viskozitesini iyileştirmiş ve protein oranını arttırmıştır. Kenevir proteini ilaveli yoğurtlar duyuşal açıdan da geçer not almıştır (72). Son yıllarda kenevir tohumu ve kenevir tohumu yağı faydaları sebebiyle popüler olan birçok sertifikalı organik gıdanın içeriğine eklenmektedir (55). Nissen ve Zatta (82), üç yasal kenevir çeşidinden (Carmagnola, Fibranova ve Futura) ekstrakte edilen yağların Gram pozitif bakteriler, Gram negatif bakteriler ve 8 mayaya karşı inhibitör aktivitesini üzerine yaptıkları çalışmada, çeşide ve ekim süresine bağlı olarak farklı seviyelerde mikrobiyal büyümeyi önemli ölçüde inhibe ettiğini saptamışlardır. Kenevir yağı ve adaçayı yağı kullanılarak üretilen yenilebilir karakterize jelatin filmler ile et, elma, domates, patates ve peynir gibi ürünler kaplanmıştır. Kenevir yağının tek başına *Escherichia coli*,

Staphylococcus aureus, *Listeria innocua*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Penicillium expansum* üzerinde inhibisyon etkisi sırasıyla 1.9 ± 0.12 , 4.3 ± 0.23 , 5.2 ± 0.27 , 2.3 ± 0.14 ve 1.3 ± 0.11 mm inhibisyon zon çapı olarak belirlenirken, kenevir yağı: adaçayı yağı 1.5:0.5 karışımı ile hazırlanan filmler ise sırasıyla 3.6 ± 0.21 , 7.5 ± 0.38 , 8.1 ± 0.26 , 4.8 ± 0.11 ve 8.5 ± 0.41 mm inhibisyon zon çapı göstermiştir. Ayrıca kenevir yağı jelatin filmi çözünürlüğü ve kalınlığı tüm kombinasyonlardan daha yüksek çıkmıştır. Çalışma sonucuna göre kenevir yağı, gıdaların kaplanmasında umut vaat etmektedir (83). Nanoemülsiyon sistemleri potansiyelleri göz önüne alındığında gıda teknolojisinde önemli fırsatlar sunmaktadır. Jarzëbski ve Smulek (84) tarafından yapılan çalışmada, %5 kenevir tohumu yağı kullanılarak yapılan emülsiyonların stabilitesinin kullanılmayanlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca emülsiyon sistemlerinde kenevir tohumu yağının çeşitli gıda formülasyonlarında kullanımının genel olarak besinsel ve teknolojik faydalarını arttırabildiği deklare edilmiştir. Zajac ve Guzik (85) tarafından yapılan işlenmiş et ürünlerinde % 5 oranında kenevir tohumu, kabuğu soyulmuş kenevir tohumu, kenevir unu ve kenevir proteini kullanımının son üründe besleyici değerleri arttırdığı ve oksidasyon prosesini azalttığı bildirilmiştir.

Bilimin ışığında CBD'nin kenevir yasaklarının gölgesinden kurtulması ile CBD ilaveli gıda ürünleri yükselişe geçmiştir. Özellikle CBD'nin sıvıya infüzyonu ile üretilen sütler, çaylar, kahveler, narenciye bazlı içecekler, aromalı-minerali sular, maden suları, enerji içecekleri ilk etapta üretilen ürünlerdendir. Ülke yasal çerçevelerinde çeşitli amaçlar için üretilmiş kenevir aşılanmış sütler, arpa bazlı gazlı içecekler, ballar ve güçlendirilmiş sporcu ürünleri ve günlük tüketimi olan; çaylar, kahveler, pizza, şekerlemeler, kahvaltılık gevrekler, sakızlar, çikolatalı kurabiyeler/kekler gün geçtikçe market raflarında yerlerini almaktadır (3).

4. Sonuç

Gerek beslenme probleminin çözümü için gerekse de gıdaları zenginleştirmek amaçlı alternatif gıda kaynakların kullanımı ve bunlar hakkındaki araştırmalar sürekli olarak artmaktadır. Araştırmacılar, hayvansal kaynaklara erişimin sürdürülebilirliğindeki sıkıntılar nedeniyle bunların yerini tutacak bitkisel analoglar üzerine odaklanmaktadır. Kenevir tohumu mükemmel bir besin kaynağıdır. Ham kenevir tohumu ve unu, yağı ve yağı alındıktan sonra arta kalan kenevir yan ürünü olan kekinin besleyici, fonksiyonel ve farmakolojik etkilerinin olduğu bilinen bir gerçektir. Bu bağlamda kenevirten ekstraktlar, yağlar, distilatlar ve izolatlar gibi çeşitli ticari ürünler üretilebilir ve birçok gıda formülasyonuna entegre veya infüze edilebilir.

Ülkelerin kenevir ve yan ürünlerinin gıda ürünlerinde kullanılabilirliği hakkındaki yasal düzenlemeleri yapması son derece önemlidir. Atılacak olan adımlar ile hem bilimsel

çalışmaların hem de kenevir entegreli gıda ürünlerin üretiminde artış kaydedileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

1. Andre CM, Hausman J-F, Guerriero G. *Cannabis sativa*: the plant of the thousand and one molecules. *Frontiers in Plant Science* 2016; 7:19. doi.org/10.3389/fpls.2016.00019.
2. Small E, Cronquist A. A practical and natural taxonomy for *Cannabis*. *Taxon* 1976:405-435. doi.org/10.2307/1220524.
3. King JW. The relationship between cannabis/hemp use in foods and processing methodology. *Current Opinion in Food Science* 2019; 28:32-40. doi.org/10.1016/j.cofs.2019.04.007.
4. Callaway J. Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica* 2004; 1401:65-72. doi.org/10.1007/s10681-004-4811-6.
5. Gedik G, Avinç O, Yavaş A. Kenevir lifinin özellikleri ve tekstil endüstrisinde kullanımıyla sağladığı avantajlar. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi* 2010; 43:39-48.
6. McPartland JM. *Cannabis* systematics at the levels of family, genus, and species. *Cannabis and Cannabinoid Research* 2018; 31:203-212. doi.org/10.1089/can.2018.0039.
7. Gourdet C, Giombi KC, Kosa K, Wiley J, Cates S. How four US states are regulating recreational marijuana edibles. *International Journal of Drug Policy* 2017; 43:83-90. doi.org/10.1016/j.drugpo.2017.01.018.
8. Foti VT, Scuderi A, Bellia C. Actuality and future prospects of *Cannabis sativa* L. Crops. Features and Problems. *Quality-Access to Success* 2019; 20.
9. Fike J. The History of Hemp. Williams DV. eds. In: *Industrial Hemp as a Modern Commodity Crop*. Madison: American Society of Agromony, 2019; pp.1-25.
10. Carus M, Sarmiento L. The European Hemp Industry: Cultivation, processing and applications for fibres, shivs, seeds and flowers. *European Industrial Hemp Association* 2016:1-9.
11. Keller A, Leupin M, Mediavilla V, Wintermantel E. Influence of the growth stage of industrial hemp on chemical and physical properties of the fibres. *Industrial Crops and Products* 2001; 131:35-48. doi.org/10.1016/S0926-6690(00)00051-0.
12. Flores-Sanchez IJ, Verpoorte R. Secondary metabolism in cannabis. *Phytochemistry Reviews* 2008; 73:615-639. doi.org/10.1007/s11101-008-9094-4.
13. Harbige L, Layward L, Morris-Downes M, Dumonde D, Amor S. The protective effects of omega-6 fatty acids in experimental autoimmune encephalomyelitis (EAE) in relation to transforming growth factor-beta 1 (TGF-β1) up-regulation and increased prostaglandin E2 (PGE2) production. *Clinical & Experimental Immunology* 2000; 1223:445-452. doi.org/10.1046/j.1365-2249.2000.01399.x.
14. Da Porto C, Decorti D, Tubaro F. Fatty acid composition and oxidation stability of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil extracted by supercritical carbon dioxide. *Industrial Crops and Products* 2012; 361:401-404. doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.09.015.
15. Teh S-S, Birch J. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed hemp, flax and canola seed oils. *Journal of Food Composition and Analysis* 2013; 301:26-31. doi.org/10.1016/j.jfca.2013.01.004.
16. Richard M, Ganguly R, Steigerwald S, Al-Khalifa A, Pierce G. Dietary hempseed reduces platelet aggregation I. *Journal of Thrombosis and Haemostasis* 2007; 52:424-425. doi.org/10.1111/j.1538-7836.2007.02327.x.
17. Callaway J, Schwab U, Harvima I, Halonen P, Mykkänen O, et al. Efficacy of dietary hempseed oil in patients with atopic dermatitis. *Journal of Dermatological Treatment* 2005; 162:87-94. doi.org/10.1080/09546630510035832.
18. Grotenhermen F, Russo E. *Cannabis* and cannabinoids: pharmacology, toxicology, and therapeutic potential. *Psychology Press*, 2002; p. 429.
19. Montserrat-de la Paz S, Marín-Aguilar F, García-Gimenez MD, Fernández-Arche MA. Hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil: analytical and phytochemical characterization of the unsaponifiable fraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2014; 62(5), 1105-1110. doi.org/10.1021/jf404278q.
20. Jiang Q, Christen S, Shigenaga MK, Ames BN. γ-Tocopherol, the major form of vitamin E in the US diet, deserves more attention. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2001; 746:714-722. doi.org/10.1093/ajcn/74.6.714.
21. Rezapour-Firouzi S, Arefhosseini SR, Ebrahimi-Mamaghani M, Baradaran B, Sadeghihokmabad E, et al. Activity of liver enzymes in multiple sclerosis patients with Hot-nature diet and co-supplemented hemp seed, evening primrose oils intervention. *Complementary Therapies in Medicine* 2014; 226:986-993. doi.org/10.1016/j.ctim.2014.10.004.
22. ElSohly MA. Practical challenges to positive drug tests for marijuana. *Clinical Chemistry* 2003; 497:1037-1039. doi.org/10.1373/49.7.1037.
23. Lachenmeier DW, Kroener L, Musshoff F, Madea B. Determination of cannabinoids in hemp food products by use of headspace solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 2004; 3781:183-189. doi.org/10.1007/s00216-003-2268-4.
24. Tang C-H, Ten Z, Wang X-S, Yang X-Q. Physicochemical and functional properties of hemp (*Cannabis sativa* L.) protein isolate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2006; 5423:8945-8950. doi.org/10.1021/jf0619176.
25. Malomo SA, He R, Aluko RE. Structural and functional properties of hemp seed protein products. *Journal of Food Science* 2014; 798:C1512-C1521. doi.org/10.1111/1750-3841.12537.
26. Wang Q, Xiong YL. Processing, nutrition, and functionality of hempseed protein: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2019; 184: 936-952. doi.org/10.1111/1541-4337.12450.
27. Odani S, Odani S. Isolation and primary structure of a methionine-and cystine-rich seed protein of *Cannabis sativa*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* 1998; 624:650-654. doi.org/10.1271/bbb.62.650.
28. Ponzoni E, Brambilla I, Galasso I. Genome-wide identification and organization of seed storage protein genes of *Cannabis sativa*. *Biologia Plantarum* 2018; 624:693-702. doi.org/10.1007/s10535-018-0810-7.
29. Malomo SA, Aluko RE. Conversion of a low protein hemp seed meal into a functional protein concentrate through enzymatic digestion of fibre coupled with membrane ultrafiltration. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 2015; 31:151-159. doi.org/10.1016/j.ifset.2015.08.004.
30. Teh S-S, Bekhit AE-D, Carne A, Birch J. Effect of the defatting process, acid and alkali extraction on the physicochemical and functional properties of hemp, flax and canola seed cake protein isolates. *Journal of Food Measurement and Characterization* 2014; 82:92-104. doi.org/10.1007/s11694-013-9168-x.
31. Hadnadev M, Dapčević-Hadnadev T, Lazaridou A, Moschakis T, Michaelidou A-M, et al. Hempseed meal protein isolates prepared by different isolation techniques. Part I. physicochemical properties. *Food Hydrocolloids* 2018; 79:526-533. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.12.015.

32. Aiello G, Fasoli E, Boschin G, Lammi C, Zanoni C, et al. Proteomic characterization of hempseed (*Cannabis sativa* L.). *Journal of Proteomics* 2016; 147:187-196. doi.org/10.1016/j.jprot.2016.05.033.
33. Sun X, Sun Y, Li Y, Wu Q, Wang L. Identification and Characterization of the Seed Storage Proteins and Related Genes of *Cannabis sativa* L. *Frontiers in Nutrition* 2021; 8:297. doi.org/10.3389/fnut.2021.678421.
34. Malomo SA, Onuh JO, Girgih AT, Aluko RE. Structural and antihypertensive properties of enzymatic hemp seed protein hydrolysates. *Nutrients* 2015; 79:7616-7632. doi.org/10.3390/nu7095358.
35. Wei LH, Dong Y, Sun YF, Mei XS, Ma XS, et al. Anticancer property of Hemp Bioactive Peptides in Hep3B liver cancer cells through Akt/GSK3 β -catenin signaling pathway. *Food Science & Nutrition* 2021; 94:1833-1841. doi.org/10.1002/fsn3.1976.
36. Martinenghi LD, Jönsson R, Lund T, Jenssen H. Isolation, Purification, and antimicrobial characterization of cannabidiolic acid and cannabidiol from *Cannabis sativa* L. *Biomolecules* 2020; 106:900. doi.org/10.3390/biom10060900.
37. Orio LP, Boschin G, Recca T, Morelli CF, Ragona L, et al. New ACE-inhibitory peptides from hemp seed (*Cannabis sativa* L.) proteins. *Journal of agricultural and food chemistry* 2017; 6548:10482-10488. doi.org/10.1021/acs.jafc.7b04522.
38. Katz D, Katz I, Golan A. Medical Cannabis-A Source for a New Treatment for Autoimmune Disease? *Harefuah* 2016; 1552:74-8, 133.
39. Zanoni C, Aiello G, Arnoldi A, Lammi C. Hempseed peptides exert hypocholesterolemic effects with a statin-like mechanism. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2017; 6540:8829-8838. doi.org/10.1021/acs.jafc.7b02742.
40. Ren Y, Liang K, Jin Y, Zhang M, Chen Y, et al. Identification and characterization of two novel α -glucosidase inhibitory oligopeptides from hemp (*Cannabis sativa* L.) seed protein. *Journal of Functional Foods* 2016; 26:439-450. doi.org/10.1016/j.jff.2016.07.024.
41. Girgih AT, Udenigwe CC, Aluko RE. Reverse-phase HPLC separation of hemp seed (*Cannabis sativa* L.) protein hydrolysate produced peptide fractions with enhanced antioxidant capacity. *Plant Foods for Human Nutrition* 2013; 681:39-46. doi.org/10.1007/s11130-013-0340-6.
42. Malomo SA, Aluko RE. A comparative study of the structural and functional properties of isolated hemp seed (*Cannabis sativa* L.) albumin and globulin fractions. *Food Hydrocolloids* 2015; 43:743-752. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.08.001.
43. Joshi M, Adhikari B, Aldred P, Panozzo J, Kasapis S, et al. Interfacial and emulsifying properties of lentil protein isolate. *Food Chemistry* 2012; 1343:1343-1353. doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.029.
44. Abugoch LE, Romero N, Tapia CA, Silva J, Rivera M. Study of some physicochemical and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) protein isolates. *Journal of Agricultural and Food chemistry* 2008; 5612:4745-4750. doi.org/10.1021/jf703689u.
45. House JD, Neufeld J, Leson G. Evaluating the quality of protein from hemp seed (*Cannabis sativa* L.) products through the use of the protein digestibility-corrected amino acid score method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2010; 5822:11801-11807. doi.org/10.1021/jf102636b.
46. Wang X-S, Tang C-H, Yang X-Q, Gao W-R. Characterization, amino acid composition and in vitro digestibility of hemp (*Cannabis sativa* L.) proteins. *Food Chemistry* 2008; 1071:11-18. doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.064.
47. Raikos V, Neacsu M, Russell W, Duthie G. Comparative study of the functional properties of lupin, green pea, fava bean, hemp, and buckwheat flours as affected by pH. *Food Science & Nutrition* 2014; 26:802-810. doi.org/10.1002/fsn3.143.
48. Zayas JF. *Functionality of proteins in food*. 2012: Springer science & business media.
49. Dapčević-Hadnadev T, Hadnadev M, Lazaridou A, Moschakis T, Biliaderis CG. Hempseed meal protein isolates prepared by different isolation techniques. Part II. gelation properties at different ionic strengths. *Food Hydrocolloids* 2018; 81:481-489. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.03.022.
50. Damodaran S. Structure-function relationship of food proteins. *Protein Functionality in Food Systems* 1994; 9:1-37.
51. ElSohly MA, Slade D. Chemical constituents of marijuana: the complex mixture of natural cannabinoids. *Life Sciences* 2005; 785:539-548. doi.org/10.1016/j.lfs.2005.09.011.
52. Ranganathan M, D'Souza DC. The acute effects of cannabinoids on memory in humans: a review. *Psychopharmacology* 2006; 1884:425-444. doi.org/10.1007/s00213-006-0508-y.
53. Mechoulam R, Fride E, Di Marzo V. Endocannabinoids. *European Journal of Pharmacology* 1998; 3591:1-18. doi.org/10.1016/S0014-2999(98)00649-9.
54. Middleton E, Kandaswami C, Theoharides TC. The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological Reviews* 2000; 524:673-751.
55. Vonapartis E, Aubin M-P, Seguin P, Mustafa AF, Charron J-B. Seed composition of ten industrial hemp cultivars approved for production in Canada. *Journal of Food Composition and Analysis* 2015; 39:8-12. doi.org/10.1016/j.jfca.2014.11.004.
56. Gorham J. Stilbenes and phenanthrenes, in *Methods in plant biochemistry*. Elsevier, 1989; p. 159-196. doi.org/10.1016/B978-0-12-461011-8.50011-1.
57. Djoko B, Chiou RY-Y, Shee J-J, Liu Y-W. Characterization of immunological activities of peanut stilbenoids, arachidin-1, piceatannol, and resveratrol on lipopolysaccharide-induced inflammation of RAW 264.7 macrophages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2007; 556:2376-2383. doi.org/10.1021/jf062741a.
58. Estrada-Soto S, López-Guerrero J, Villalobos-Molina R, Mata R. Endothelium-independent relaxation of aorta rings by two stilbenoids from the orchids *Scaphyglottis livida*. *Fitoterapia* 2006; 77:236-239. doi.org/10.1016/j.fitote.2006.02.006.
59. Stivala LA, Savio M, Carafoli F, Perucca P, Bianchi L, et al. Specific structural determinants are responsible for the antioxidant activity and the cell cycle effects of resveratrol. *Journal of Biological Chemistry* 2001; 27625:22586-22594. doi.org/10.1074/jbc.M101846200.
60. Kostecki K, Engelmeier D, Pacher T, Hofer O, Vajrodaya S, et al. Dihydrophenanthrenes and other antifungal stilbenoids from *Stemona cf. pierrei*. *Phytochemistry* 2004; 651:99-106. doi.org/10.1016/j.phytochem.2003.09.015.
61. Ross S, ElSohly M. Constituents of *Cannabis Sativa* L. XXVIII A review of the natural constituents: 1980-1994. *Zagazig Journal of Pharmaceutical Sciences* 1995; 41:1-10. doi.org/10.21608/zjps.1995.169714.
62. McGarvey DJ, Croteau R. Terpenoid metabolism. *The plant cell* 1995; 77:1015. doi.org/10.2307/3870054.
63. McPartland J, Mediavilla V. *Noncannabinoid components*. New York: Haworth Press, 2002; pp.401-410.
64. Sakakibara I, Ikeya Y, Hayashi K, Okada M, Maruno M. Three acyclic bis-phenylpropane lignanamides from fruits of *Cannabis sativa*. *Phytochemistry* 1995; 384:1003-1007. doi.org/10.1016/0031-9422(94)00773-M.

65. Chen J-J, Huang S-Y, Duh C-Y, Chen I-S, Wang T-C, et al. A new cytotoxic amide from the stem wood of *Hibiscus tiliaceus*. *Planta Medica* 2006; 7210:935-938. doi.org/10.1055/s-2006-931604.
66. Kim Y, Han MS, Lee JS, Kim J, Kim YC. Inhibitory phenolic amides on lipopolysaccharide-induced nitric oxide production in RAW 264.7 cells from *Beta vulgaris* var. *cicla* seeds. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives* 2003; 178:983-985. doi.org/10.1002/ptr.1232.
67. Slatkin DJ, Doorenbos NJ, Harris LS, Masoud AN, Quimby MW, et al. Chemical constituents of *Cannabis sativa* L. root. *Journal of Pharmaceutical Sciences* 1971; 6012:1891-1892. doi.org/10.1002/jps.2600601232.
68. Ma C-Y, Liu WK, Che C-T. Lignanamide and Nonalkaloidal Components of *Hyoscyamus niger* Seeds. *Journal of Natural Products* 2002; 652:206-209. doi.org/10.1021/np010073b.
69. Yan X, Tang J, dos Santos Passos C, Nurisso A, Simoes-Pires CA, et al. Characterization of lignanamides from hemp (*Cannabis sativa* L.) seed and their antioxidant and acetylcholinesterase inhibitory activities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2015; 6349:10611-10619. doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05282.
70. Gutiérrez-Grijalva EP, López-Martínez LX, Contreras-Angulo LA, Elizalde-Romero CA, Heredia JB. Plant alkaloids: structures and bioactive properties. In: *Plant-Derived Bioactives*. Springer, 2020; p. 85-117. doi.org/10.1007/978-981-15-2361-8_5.
71. Apostol L, Popa M, Mustatea G. *Cannabis sativa* L. partially skimmed flour as source of bio-compounds in the bakery industry. *Romanian Biotechnological Letters* 2015; 205:10835-10844.
72. Dabija A, Codină GG, Gâtlan A-M, Sânduleac ET, Rusu L. Effects of some vegetable proteins addition on yogurt quality. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry* 2018; 192:181-192.
73. Radočaj O, Dimić E, Tsao R. Effects of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil press-cake and decaffeinated green tea leaves (*Camellia sinensis*) on functional characteristics of gluten-free crackers. *Journal of Food Science* 2014; 793:318-325. doi.org/10.1111/1750-3841.12370.
74. Pojić M, Dapčević Hadnađev T, Hadnađev M, Rakita S, Brlek T. Bread supplementation with hemp seed cake: A by-product of hemp oil processing. *Journal of Food Quality* 2015; 386:431-440. doi.org/10.1111/jfq.12159.
75. Hrušková M, Švec I. Cookie making potential of composite flour containing wheat, barley and hemp. *Czech Journal of Food Sciences* 2015; 336:545-555. doi.org/10.17221/9/2015-CJFS.
76. Korus J, Witczak M, Ziobro R, Juszcak L. Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) flour and protein preparation as natural nutrients and structure forming agents in starch based gluten-free bread. *LWT* 2017; 84:143-150. doi.org/10.1016/j.lwt.2017.05.046.
77. Ziobro R, Witczak T, Juszcak L, Korus J. Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic. *Food Hydrocolloids* 2013; 322:213-220. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.01.006.
78. Lukin A, Bitiutskikh K. On potential use of hemp flour in bread production. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. Series II* 2017; 101.
79. Norajit K, Gu B-J, Ryu G-H. Effects of the addition of hemp powder on the physicochemical properties and energy bar qualities of extruded rice. *Food Chemistry* 2011; 1294:1919-1925. doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.06.002.
80. Jozinović A, AčkAr Đ, Jokić S, BABić J, BAlečić JP, et al. Optimisation of extrusion variables for the production of corn snack products enriched with defatted hemp cake. *Czech Journal of Food Sciences* 2017; 356:507-516. doi.org/10.17221/83/2017-CJFS.
81. Grace MH, Yousef GG, Esposito D, Raskin I, Lila MA. Bioactive capacity, sensory properties, and nutritional analysis of a shelf stable protein-rich functional ingredient with concentrated fruit and vegetable phytoactives. *Plant Foods For Human Nutrition* 2014; 694:372-378. doi.org/10.1007/s11130-014-0444-7.
82. Nissen L, Zatta A, Stefanini I, Grandi S, Sgorbati B, et al. Characterization and antimicrobial activity of essential oils of industrial hemp varieties (*Cannabis sativa* L.). *Fitoterapia* 2010; 815:413-419. doi.org/10.1016/j.fitote.2009.11.010.
83. Cozmuta AM, Turila A, Apjok R, Ciocian A, Cozmuta LM, et al. Preparation and characterization of improved gelatin films incorporating hemp and sage oils. *Food Hydrocolloids* 2015; 49:144-155. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.03.022.
84. Jarzębski M, Smulek W, Siejak P, Rezler R, Pawlicz J, et al. *Aesculus hippocastanum* L. as a Stabilizer in Hemp Seed Oil Nanoemulsions for Potential Biomedical and Food Applications. *International Journal of Molecular Sciences* 2021; 222:887. doi.org/10.3390/ijms22020887.
85. Zajac M, Guzik P, Kulawik P, Tkaczewska J, Florkiewicz A, et al. The quality of pork loaves with the addition of hemp seeds, de-hulled hemp seeds, hemp protein and hemp flour. *LWT* 2019; 105:190-199. doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.013.