

BÖLÜM 3

POTANSİYEL YAĞ BİTKİSİ JOJOBANIN ÖNEMİ, YETİŞTİRİLME OLANAKLARI VE KULLANIM ALANLARI

Dr. Sibel SÖYLEMEZ¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10397705>

¹ GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Şanlıurfa, TÜRKİYE,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8023-308X>, email: sblylmz@gmail.com

1. Giriş

Jojoba, (*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider) ticari olarak yetiştirilen, düşük ürerim potansiyeline sahip, sıcak ve kuru iklimlere adapte olmuş, endüstriye yönelik bir bitkidir (Ali ve ark., 2012). Jojoba bitkisinin anavatanı Amerika Birleşik Devletleri'nin Arizona ve Kaliforniya eyaletleri ile Meksika'nın Sonara Çölü'dür (Obaidi ve ark., 2017). Ekonomik değerinin yüksek olması nedeniyle günümüzde Arjantin, Avustralya, Hindistan, Mısır, İsrail, Meksika, Peru, Kenya, Brezilya, Güney Afrika, Kosta Rika, Haiti, Paraguay, Şili, Tunus, Filistin bölgesi ve Suudi Arabistan gibi dünyanın farklı yerlerinde 30 yıldan fazla bir süredir ticari bir bitki olarak yetiştirilmektedir (Gentry, 1958; Forster ve Wright, 2002). Amerika Birleşik Devletleri en büyük jojoba yağı üreten ülke olarak kabul edilirken, Meksika ikinci sırada gelmektedir (Obaidi ve ark., 2017). Jojoba, dünyanın birçok yerinde kahve cevizi, keçi cevizi, kahve meyvesi, domuz cevizi, limon yaprağı gibi farklı birçok şekilde isimlendirilmiştir (Weiss, 1983).

Simmondsiaceae familyasına ait Jojoba bitkisi, çoğunlukla odunsu, yaprak dökmeyen, iki evcikli (dioik), başarılı bir tozlanma için rüzgara gereksinim duyan, çok yıllık, kuraklığa dayanıklı gri-yeşil renkli çalı formunda bir bitkidir (Niklas ve Buchmann 1985; Obaidi ve ark., 2017). Kurak koşullar altında yetiştirilebilen, yoğun, yuvarlak taçlı, yüksekliği 0,5-3 metre arasında değişen bu ağaçlar birkaç gövdeden oluşur (Abobatta, 2019; Inoti, 2016). Ortalama 2-3.5 cm uzunluğunda ve 1-1.7 cm genişliğindeki oval, gri-yeşil, kalın yapraklar, üzerinde buharlaşmayı azaltmaya yardımcı olarak su kaybının en aza inmesini sağlayan, mantar, böcek ve kirliliğe karşı da bir bariyer görevi gören mumsu bir tabaka ile kaplıdır (Abobatta, 2016; Borlaug, 1985). Muhtemelen çöl koşullarında hayatta kalmasının en önemli nedenlerinden biri yaprakların yapısı (Yousaf ve ark., 2021) ve kuvvetli kök oluşumudur. Jojoba ve jojoba gibi birçok çöl bitkisinin hayatta kalabilmek için güçlü bir kök sistemine gereksinimleri vardır.



Şekil 1. Tohumdan çoğaltılmış jojoba fidanları

Jojoba, sahip olduğu kök yapısı nedeniyle sulama imkanı az yada sıkıntılı olan, tuzlu ya da yüksek pH içeriğine sahip atıl alanlar ile erozyon probleminin söz konusu olduğu eğimli araziler de yetiştiricilik için çok uygun bir bitkidir. Gözenekli kayalar, hafif asitli ve alkali topraklar ve dağ yamaçları veya vadiler gibi çok farklı toprak türünde yetişebilir (Bagby, 1988; Borlaug ve ark., 1985). Kurak şartlara adapte olmuş bu bitkiler, derin toprak katmanlarındaki sudan faydalanırlar (Abobatta, 2017). Besleyici köklerinin yaklaşık yüzde 80'i toprağın üst katmanındaki 80 cm lik kısmında bulunur. Genç bir jojoba bitkisinin cinsiyeti, ilk çiçek tomurcukları görünene kadar belli değildir. Tohumlardan erkek veya dişi bitki çıkma oranı yarı yarıyadır (Borlaug, 1985). Genellikle erkek bitkiler dişi bitkilerden daha erken çiçek açar ve erkek ağaçlarda çiçeklenme büyümenin ikinci yılında görülmeye başlar (Forster ve Wright, 2002). Çiçeklerin sepal yaprakları 5-6 adettir ve petal yaprakları yoktur (Abobatta, 2017). Erkek çiçekler sarı, büyük ve çiçek başına 10-12 stamenli kümeler halinde görülürken, dişi çiçekler daha küçüktür. Dişi çiçekler soluk yeşil renkli yumuşak ve tüylü bir yapıdadır, genellikle koltuklarda tek veya boğumlarda kümeler halinde bulunurlar. Dişi çiçeklerin böcekleri çekecek yaprakları veya kokusu yoktur, tozlaşma büyük oranda rüzgara bağlıdır (Gentry, 1958). Meyve tek tohumludur. Bitkiye ve yetiştirildiği ekolojiye bağlı olarak tohum içeriğinin yaklaşık yarısı yağdır. Meyveler, 2 cm uzunluğunda,

meşe palamudu şeklini andıran yeşil ve pürüzsüz silindirik bir kapsüldür. Kapsül üç ayda gelişir ve beş ila altı ayda olgunlaşır. Yeşil meyve, çöl sıcaklığının etkisiyle kurur, dış kabuğu büzülüp, çekildiğinde küçük bir zeytin büyüklüğünde buruşuk, kahverengi, yumuşak kabuklu bir tohum ortaya çıkar. Tohum koyu kahverengiden siyaha kadar değişen renklerde, pürüzsüz dokulu bir yapıdadır (Thomson, 1982).



Şekil 2. Çıkış yapmış jojoba tohumu



Şekil 3. 1 yaşlı jojoba bitkileri



Şekil 4. Erkek ve dişi çiçek (Al-Obaidi ve ark., 2017)



Şekil 5. Jojoba meyvesi (Anonim, 2023a)

2. Yetiştirilme Olanakları

Bozulan ekolojik denge, küresel ısınma, tarıma elverişli arazilerin her geçen gün kalitesini kaybetmesi, tuzluluk, hava, toprak ve su kirliliği gibi ekolojik dengenin bozulmasına neden olan birçok faktör extrem koşullara uyum sağlamış bitki arayışını zorunlu hale getirmektedir. Jojoba gibi katma

değeri yüksek, insanlar tarafından tüketilmeyen, sanayiye yönelik ürünler, bu alanları geliştirmek, çevreyi kirlilikten korumak ve dönüştürülmüş atık ve tuzlu suların kullanılmasına olanak sağlamaları açısından yüksek potansiyelli ürünlerdir. Jojoba, özel adaptasyon kabiliyeti sayesinde metabolik aktivitesini yüksek sıcaklık, kuraklık ve tuzluluk şartlarında dahi koruyan ve bu yönüyle umut vaat eden aridoaktif bir türdür (Abobatta, 2019). Aridoaktif grubu bitkiler susuz mevsimde kendine has yeşil dokusunu tamamen veya kısmen koruyan, odunsu, kök ve yapraklarında su depolayabilen, herdem yeşil bitkilerdir (Ash ve ark, 2005). Kurak ve yarı kurak koşullar altında tatmin edici bir verim potansiyeline sahip olan jojoba bitkisi marjinal arazilerin geliştirilmesi için ekonomik bir ürün olarak tanımlanmaktadır.

Jojoba bitkisinin çoğaltılması, doğrudan tohum ekimi (generatif) veya fide, köklü çelik ya da doku kültürü tekniklerinden (vegetatif) üretilen bitkicikler yoluyla olabilmektedir (Al-Obaidi ve ark., 2012). Doğrudan tohum yoluyla yapılan yetiştiriciliklerde bitkilerin, çok yavaş büyümesi cinsiyetin geç bilinmesi ve yaklaşık %50'sinden fazlasının erkek olma olasılığı nedeniyle bu şekilde bahçe kurmak bir dezavantaj olarak görülmektedir. Yetiştirilen bitkiler, başlangıçta eşit sayıda dişi ve erkek bitki içerir, ancak stres koşulları dişilerden daha fazla sayıda erkek bitki oluşumuna sebep olur (Ash ve ark., 2005). Bir bahçedeki erkek popülasyonun ihtiyacı sadece %10 kadardır. Dişi bitkilerden verim alınabilmesi için bol polen saçan ve dişilerle aynı zamanda çiçeklenen tozlayıcı erkek bitkiler tercih edilmelidir (Borlaug, 1985; Akdeşir, 2001). Bitki cinsiyeti ancak dikimden 2-3 yıl sonra, yani ağaç çiçek açmaya başladığında tanımlanabilir. Jojoba rüzgarla tozlanan bir bitkidir. Değerli tohumları sadece dişi bitkiler verir ve ticari alanda daha fazla popülasyon gerektirir (Bala ve ark., 2020b).

Jojoba yetiştiriciliğinde düşük sıcaklıklar sınırlayıcı bir faktördür. Jojoba, -6 ile -17 °C'nin altındaki sıcaklıklara duyarlı olmakla birlikte geniş sıcaklık dalgalanmalarına dayanıklılık gösteren bir bitkidir (Gentry, 1958; Wisniak, 1977). Cao ve Gao (2003), Jojoba'nın, optimum 27-33°C arasında değişen yüksek sıcaklıkları tolere ettiğini bildirirken, Abobatta, (2017), 20 ile 27 °C arasının büyüme ve üretkenlik için en ideal değerler olduğunu bildirmiştir. Özellikle çiçeklenme dönemindeki dondurucu soğuklar (-3°C ve altındaki) bitkiye zarar verebilir. Her ne kadar gelişimin ilk safhalarında bitkiler soğuklara karşı hassas olsalar da, yetişmiş ağaçlar soğuklara karşı daha

dirençlidirler (Abobatta, 2017). Bitkinin soğuklama ihtiyacını giderip çiçek açabilmesi için ortalama 1 ay boyunca yaklaşık 15-20 °C düşük sıcaklığa maruz kalması gerekmektedir (Abobatta, 2017). Bunun yanı sıra Jojoba bitkisinin yüksek sıcaklığa uyum sağlama yeteneği yüksektir (Al-Obaidi ve ark., 2017). Abobatta ve Farag (2021), Jojobanın, 13 ile 42°C arasında değişen geniş bir sıcaklık aralığında büyüyebileceğini bildirirken, Bhardwaj ve ark. (2010) ve Reddy (2015) kuraklığa dayanıklı bir çöl çalısı olarak tanımladıkları bu bitkinin 55 °C sıcaklığa kadar tolerans gösterebildiğini, Abobatta, (2017), ise 54 °C'ye kadar ki yüksek sıcaklıkların bitki büyümesi üzerinde olumsuz bir etki yaratmadığını ve tolere edildiğini bildirmiştir.

Doğal jojoba popülasyonlarının yıllık 76 ile 450 mm yağış alan bölgelerde oluşabildiği ve bu yağış şeklinde düşen suyun bir kısmının da yüzey akışı yoluyla kaybolduğu düşünüldüğünde, jojobanın çok az bir su ile dahi büyüyebileceği öngörülmektedir (Yermanos, 1979). Bir çöl bitkisi olmasına rağmen jojoba tohumu gelişim başlangıcında ve gelişim dönemlerinin kritik aşamalarında suya ihtiyaç duyar. Yeni çiçekler yaz sonunda ortaya çıktığı için, aşırı kurak yıllarda yaz ortası sulama, iyi çiçek üretimi ve dolayısıyla iyi tohum verimi sağlanabilmesi açısından önemlidir (Yermanos, 1979). Yılda sadece 120-200 mm yağmur suyu yeterli gelebilir. Bir jojoba bahçesinin verime yatması yaklaşık 2-3 yıl sürer ve bu süreden sonra suya daha az bağımlı bir hale gelir. Jojoba ağacı ortalama olarak bahçe kurulumundan 5 yıl sonra ticari verime geçer (Benzioni ve ark., 1999). Anavatanında yaklaşık olarak 100-200 yıllık bir ömre sahip olan jojoba ağacının ekonomik verim süresi yetiştirildiği coğrafyaya bağlı olarak 40 yıl kadardır (Borlaug, 1985).

Jojoba tohumları temizlenen ve hazırlığı yapılan araziye direkt ekilebilecekleri gibi önceden yetiştirilen köklü bitkilerin araziye şaşırtılması da mümkündür. Bireysel tohum veya bitkicikler 30-45 cm aralıkla ekilebilir. Uygun toprak sıcaklığında (26-27 °C) 15-20 günde gerçekleşen çıkış işlemi, düşük toprak sıcaklığında 2-3 ay kadar gecikebilmektedir (Cao ve Gao, 2003). Tohum ekiminde hasat edilmesi daha kolay ve genellikle daha yüksek balmumu içeriğine sahip olan büyük tohumlar tercih edilir (Borlaug, 1985). Ekim derinliği 2-3 cm olmalıdır ve ardından tohumlar sulanır. Bahçe tesisinde fidan kullanılması meyveye yatmayı hızlandırır ve jojoba'yı yabancı otlara karşı avantajlı kılar (Abobatta, 2006). Jojoba, çok erken fide aşamasında kök

çürüklüğüne (*Phytophthora parasitica*) ve diğer toprak kaynaklı patojenlere karşı duyarlıdır. Aşırı sulama ve yüksek sıcaklık bu hastalığın şiddetini artırır (Yermanos, 1979). Klonlarla ya da doku kültürüyle çoğaltma, özellikle çeşit geliştirme çalışmalarında zamandan kazandırdığı için tercih edilen yöntemlerdir (Undersander ve ark., 1990). Jojoba fidanları için uygun dikim aralığı 1.5x3, 2x3 sıra arası ve üzeri mesafeler olarak belirlenmiştir (Yılmaz, 2015). Bahçede sağlıklı bir tozlanmanın gerçekleşebilmesi için bazı araştırmacılar 5:1 ya da 6:1 oranında erkek bitkinin bulunması gerektiğini bildirirken (Undersander, 1990), bazı araştırmacılar da en yüksek verim için 1:10 oranından fazla erkek bitki bulunmasına gerek olmadığını bildirmişlerdir (Al-Obaidi ve ark., 2017).

Farklı Jojoba bitkileri arasında seleksiyon yaparken göz önünde bulundurulması gereken kriterler şu şekilde sıralanabilir (Borlaug, 1985):

Büyük tohum,
Tohumlarda yüksek yağ içeriği,
Her boğumda çiçek oluşumu,
Boğum başına birden fazla tohum,
Erken çiçeklenme,(don zararından korunmak için)
Erkencilik, (3. yıldan önce tohum verme)
Yıldan yıla tutarlı yüksek üretim ve
Dik büyüme alışkanlığı (hasat kolaylığı sağlamak için)

Tohum büyüklüğü ile yağ içeriği arasında önemli bir pozitif korelasyon gözlemlenmiştir ve yağ kalitesi coğrafi kökene bağlı olarak önemli bir farklılık göstermez (Yermanos, 1979). Jojoba çalıları ekimden sonraki ikinci veya üçüncü yılda düzenli olarak çiçeklenmeye ve tohum üretimine başlar ve tohumlar yaz aylarında olgunlaşır (Yermanos, 1979; Nord ve Kadish, 1974). Jojoba hasadı elle ya da mekanik olarak yapılabilir. Tohumların hepsi aynı anda olgunlaşmaz, bu yüzden birden fazla hasat gerekebilir (Bourlaug, 1985). Hızlı bir hasat dönemi gerektirmez, yapılacak erken hasat, tohumların yağ içeriğini azaltır. Ayrıca bu tohumların çimlenme oranı da oldukça düşüktür (Bourlaug., 1985).

Jojoba bitkilerine tavşan, fare, kuş gibi bazı yabani hayvanlar zarar verebilirler. Keçilerin ve ineklerin de jojobalarla beslendiği görülmüştür. Fareler özellikle kökleri yemekten hoşlanır (Bourlaug, 1985). Tohumlar,

kemirgenler gibi mahsulün zarar görmesine sebep olacak herhangi bir dış faktör yoksa uzun süre yerde kalabilir (Abobatta, 2017).



Şekil 6. Olgunlaşmış bir jojoba meyvesi (Pehlivan, 2010)

Yapılan çalışmalarda ağır toprak bünyesine sahip alanlarda, hafif topraklara göre çiçeklenmenin daha geç ve büyümenin daha yavaş olduğu belirlenmiştir. Her ne kadar arazi koşullarında yapılan gübre çalışmalarından çarpıcı sonuçlar alınmasa da kök büyümesinin daha sınırlı kaldığı sera içerisindeki saksı çalışmalarında gübre uygulamalarının olumlu sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Tarla koşullarında aynı etkiyi görülmemesinin jojoba bitkisinin diğer bitkilerden çok daha derin bir toprak profilinden besin almasını sağlayan derin ve geniş kök sistemine sahip olması, ayrıca gübre çalışmasının düşük tohum verimli, dolayısıyla besin ihtiyaçları daha az olan genç bitkilere uygulanmış olması sebep olarak gösterilmiştir (Yermanos, 1979).

Bununla birlikte Jojoba bitkisinin gübre ve su ihtiyacına yönelik bilgiler yetersizdir. Ancak Arizona, güney Kaliforniya ve kuzeybatı Meksika'nın yarı kurak bölgelerine uyum sağlayan Jojoba'nın genellikle hafif alkali ve yüksek potasyum seviyelerine sahip topraklarda rahatlıkla adapte olduğu bilinmektedir. Jojoba'nın, toprak pH'sı 5-8,5 arasında değişen, düşük organik madde içeren, kaba, hafif ve orta dokulu, iyi drenajlı, kumlu veya çakıllı topraklarda yabani olarak yetiştiği bildirilmiştir (Undersander, 1990; El-Baz ve ark., 2009; Abobatta, 2017). Tuzlu ortamları tolere eder ancak suya karşı hassas

olduğu için drenaj kritik bir faktördür ve kısa süreliğine de olsa su altında kalırsa öleceği için yetiştiriciliğinde suyla dolu killi alanlardan kaçınılmalıdır (Abobatta, 2017).

Bitkinin tuza karşı göstereceği tepkileri belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda bitki gelişiminin ortamın tuz seviyesinden etkilenmediği (Botti ve ark., 1998), tuzlu bölgede yetişen klonlardaki tohum yağı miktarlarının daha yüksek bulunduğu (Botti ve ark., 1998), bitkinin tuzlu koşullardan zarar görmediği bildirilmiştir (Tal ve ark., 1979; Roussos ve ark., 2006).

Benzioni ve ark. (1990) jojoba'nın genel olarak 8 dSm^{-1} tuzluluk altında oldukça iyi geliştiğini bildirmişlerdir. Ali ve ark. (2012), sulama aralığı ve tuz uygulaması ile ilgili olarak yaptıkları çalışmada sulama aralıklarının kısaltılarak jojoba bitkisinde bitki boyu, dal sayısı, boğum sayısı, sürgün ağırlığı (taze ve kuru), kök ağırlığı (taze ve kuru), kök uzunluğu, yaprak ölçümleri (uzunluğu, genişliği ve alanı) gibi büyüme özelliklerinin artış göstermesinin sık sulamanın vejetatif büyümeyi uyarma etkisi ile açıklanabileceğini bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra sulama aralığının azalmasıyla yaprak klorofil içeriği, protein ve N, P, K, Ca gibi element içeriklerinin arttığı görülürken, sulama aralığının artmasıyla beraber Na^{+1} ve Cl^{-1} içeriği de artış göstermiştir. Öte yandan tuzluluk uygulamalarının vejetatif gelişim parametrelerinin çoğunu önemli ölçüde azalttığını, özellikle sodyum, klor ve karbonhidratların giderek artan düzeylerde artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Sulama aralıkları ile tuzluluk konsantrasyonları arasındaki etkileşime ilişkin olarak, yüksek ya da düşük tuzluluk seviyelerinin her ikisinde de sık sulamalardan daha yüksek değerler elde edildiğini bildirmişlerdir.

2. Jojoba Tohumunun Özellikleri

Jojoba ağacından elde edilen olgun tohum 1-2 cm uzunluğunda, sert, oval veya hafif küresel, kahverengi renklidir (Abobatta, 2019). İlk oluşum aşamasında yeşil olan meyve çöl sıcaklığında kurur, dış kabuğu büzüp, çekilerek küçük bir zeytin büyüklüğünde buruşuk, kahverengi, yumuşak kabuklu bir tohum ortaya çıkar. Tohumlar arasında bakım koşullarına bağlı olarak şekil, boyut ve tohum ağırlığı bakımından farklılıklar görülmektedir (Abobatta, 2016). Kahve çekirdeğine de benzeyen bu tohumlar, berrak ve kokusuz fakat dokunulduğunda geleneksel yenilebilir yağlara göre daha az yağlı olan bir bitkisel yağ içerir (Bagby, 1988).



Şekil 7. Jojoba tohumları (Anonim, 2023b)

4. Jojoba Yağının Özellikleri

Jojoba yağı çözünür bir mumdur; yüksek moleküler ağırlıklı tekli doymamış yağ asitleri ve alkolün esterleri ile sterollerin ve vitaminlerin çeşitli bileşenlerini içerir (Castellanos ve Molina 1990). Bir trigliserit olmayan Jojoba yağı (Miwa,1984) çok uzun düz zincirli bir balmumu esterine (C36-C46) sahiptir ve hidrojenasyon yoluyla sert beyaz balmumuna dönüşebilir. Jojoba mumu (yağ) tohumun kuru ağırlığının yaklaşık %40-65'ini oluşturur. Jojoba yağı aslında bir balmumu formülü olduğundan, diğer doğal yağlardan önemli ölçüde daha uzun süreli bir dayanıma sahip, açık altın renkli, doymamış ve kokusuz, yüksek viskoziteli bir yapıdadır (Abobatta, 2016; Miklaszewska ve Banaś, 2016; Lei ve Li, 2015). Viskozite, kelime anlamı olarak sıvı ya da gaz halindeki bir akışkanın biçim değişikliğine karşı gösterdiği dirençtir. Jojoba yağının viskozite indeksi petrol yağından çok daha yüksektir, bu nedenle, yüksek sıcaklık altında yüksek basınçlı yağlayıcı olarak kullanılabilir, tekrar tekrar ısıtıldığında zarar görmez ve tekrarlanan sıcaklık değişimlerinden sonra viskozitesi değişmez. Düşük indeksli sıvılar, ısındıkça daha yüksek indeksli sıvılardan daha ince bir hal alırlar (Borlaug ve ark.,1985). Olağandışı bir stabiliteye sahiptir, dikkat çekici derecede saftır ve transformatör yağı olarak veya yüksek hızlı makineler veya yüksek sıcaklıklarda çalışan makinelerde yağlayıcı olarak kullanılmak üzere rafine edilmesi gerekmez.

Jojoba yağının estetik ve teknik özellikleri, onu yaygın bir temel kozmetik bileşen haline getirmektedir. Jojoba yağının kimyasal yapısı diğer bitkisel yağlardan farklıdır. Depolama sırasında yağlar, atmosferik oksijen tarafından çift bağlarda peroksit oluşumu ve serbest asitlerin mikroorganizmalar tarafından hidrolizi nedeniyle bozulabilir. Düşük peroksit değerleri, jojoba yağlarının iyi raf ömrüne ilişkin net bir veri sağlar. Jojoba yağının kaliteli bir biçimde muhafaza edilebilme süresinin uzun olmasının sebebi, bünyesindeki doğal antioksidanların (alfa-, gama- ve delta-tokoperoller) varlığından kaynaklanmaktadır. Pratik anlamda, bu antioksidanlar yağın kokmasını önler (Khasawneh, 2017). Oksidasyona karşı yüksek direnci nedeniyle doğal, saf ve stabildir, bozulmadan yıllarca saklanabilir ya da diğer yağlara eklenebilir (Undersander, 1990; Zaher ve ark., 2004;). Jojoba yağı yüksek viskozite, yüksek parlama ve yanma noktası, yüksek dielektrik sabiti, yüksek stabilite ve düşük uçuculuk gibi fiziksel özellikleri nedeniyle endüstriyel amaçla da yaygın olarak kullanılmaktadır (Bourlaug, 1985). Çıkarılan yağ toksik değildir, biyolojik olarak parçalanabilir ve kokuşmaya karşı dayanıklıdır (Bourlaug, 1985; Undersander, 1990). Jojoba yağı, 300 °C ile bitkisel yağlar içerisinde en yüksek buharlaşma derecesine sahip yağ olarak kabul edilmektedir. Bu yağ, yüksek sıcaklık altında, tekrar tekrar ısıtmadan çok az zarar görür (Bourlaug, 1985; Khasawneh, 2017; Eed, 2014). Çok yüksek bir donma noktasına sahip jojoba yağı 10.6 °C’de donmaya başlar ve 7 °C’de kalın bir macun halini alır. Isıtılan donmuş yağ 7 °C’de erir. Yüksek donma noktası soğuk havalarda ve soğutulmuş ürünlerde katılaşması nedeniyle bir dezavantaj olarak görülebilir (Nasser, 2017).

Günümüz teknolojisinde geniş bir kullanım alanına sahip olan jojoba yağının en önemli özelliklerinden biride kimyasal bileşiminin balina balık yağına benzemesidir. Jojoba tohumunun ticari üretimine olan ilgi, ispermeçet balinası yağının Amerika Birleşik Devletleri’ne ithalatının yasaklandığı 1970’lerin ortalarında büyük ölçüde artış göstermiş ve 1971’de ispermeçet balinası ürünlerinin ithalatının yasaklanması, jojoba yağının kozmetik ve diğer endüstrilerdeki uygulamalarda birçok açıdan balık yağından üstün olduğunun keşfedilmesine zemin hazırlamıştır (Yousaf ve ark., 2021). Tehdit altındaki ispermeçet balinası yağına umut verici bir alternatif (Sharma ve Singh, 2011) olan jojoba yağının birçok avantajları (hoş bir kokuya sahip olması, trigliserit içermemesi, çok az veya hiç saflaştırma gerektirmesi gibi) söz konusudur

(Borlaug, 1985). Bu yağın, ispermeçet balinası yağının kalitesinde olması ve değişik yerlerde kullanılabilmesi, bu bitkinin önemini daha da arttırmıştır. Bu nedenle, daha fazla jojoba yağı üretimi, artık nesli tükenmekte olan bir su hayvanı olan ispermeçet balinasının avını önemli ölçüde azaltmıştır (Hill ve Hofer, 2009). Ward, (2003) hektar başına üretilen jojoba yağı miktarının 124 balinadan elde edilen miktara eşit olduğunu bildirmiştir.

Yüzyıllar önce Amerikan yerlileri ve Hintlilerin ezilmiş tohum yağını cilt bakımı ve tıbbi amaçlar için kullandıkları, yaralıları ve yaraları tedavi etmek için jojoba tohumlarından yağ çıkardıkları birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Borlaug, 1985; Undersander, 1990; Al-Obaidi ve ark., 2017). İspanyol misyonerler, 18. ve 19. yy.'da jojoba yağının bu şekildeki kullanımını dünyanın diğer bölgelerine tanıtmışlardır (Abdel-Mageed ve ark., 2014). Ayrıca yıllarca yerli halk tarafından kanser, böbrek rahatsızlıkları, soğuk algınlığı, boğaz ağrısı, siğiller ve yaraları tedavide kullanılmıştır (Ranzato ve ark., 2011; McKeon, 2016; Agrawal ve ark.,2002).

Jojoba yağı üretiminde ekstraksiyon veya presleme gibi mekanik yağ çıkarma sistemleri kullanılmaktadır. Yer fıstığı, pamuk tohumu, soya fasulyesi ve bunlara benzer diğer yağlı tohumlardan yağ eldesini sağlayan presleme yöntemi ile çalışan makine ve teçhizatlar jojoba tohumları içinde kullanılabilir. (Borlaug, 1985). Zengin içeriğiyle kozmetikten, medikale, ilaçtan, imalat ve otomobil sektörüne, sanayiden, gıdaya ve hayvan yemine kadar endüstriyel alanda çok geniş bir kullanım yelpazesine sahip olan jojoba yağı çok sayıda faydalı özelliği bünyesinde barındıran, gliserol içermeyen, benzersiz bir vejeteryan yağdır. Bu özellikleri sayesinde sıvı bir mum olarak kalır ve katı yağa dönüşmez, bu da kozmetik, ilaç ve yağlayıcı olarak birçok alanda kullanılmasına olanak tanır. Jojoba yağının her ne kadar mekanik uygulamalar için mükemmel bir yağlayıcı olduğu kanıtlanmış olsa da, temel kullanım alanını kozmetik ürünleri kapsar. Jojoba yağının çok yönlü kullanım alanlarını sıralayacak olursak;

Kozmetik Ürünler: Jojoba yağının estetik ve teknik özellikleri, onu yaygın bir temel kozmetik bileşen haline getirmektedir. ABD'de 300'e yakın kozmetik ürünün imalatında kullanılır (Undersander, 1990). Bunlar arasında en öne çıkanlar; losyonlar, nemlendiriciler, masaj yağları ve yatıştırıcı kremler gibi cilt bakım ürünlerinin formülasyonlarıdır. Yatıştırıcı ve rahatlatıcı doğası

nedeniyle masaj için kullanılır ve vücut ağrılarında rahatlama sağlar (Undersander, 1990). Şampuan, sabun, jel, saç kremi ve köpük gibi saç bakım ürünlerinde de yaygın olarak kullanılır ve ruj, makyaj ve tırnak ürünleri için çok iyi bir bazdır. Jojoba yağının asit değeri birden azdır ve değeri zamanla değişmez. Dolayısıyla raf ömrünün uzun olması yağın kozmetik değeri açısından önemli bir parametredir. Cildi daha yumuşak, temiz ve sağlıklı hale getiren doğal bir yumuşatıcıdır, çatlaklara iyi gelir. Jojoba, sebum (yağ bezlerinin meydana getirdiği salgı) ile tamamen karışabildiği için cilde uygulandığında çok ince, yağsız, lipoid bir jojoba ve sebum tabakası oluşturur.

Yağlayıcı Olarak: Jojoba yağı mono akışkan bir yapıdadır yani, değişik sıcaklıklarda aynı yapışkanlığı gösterebilir. Bu özelliği ve yüksek nem içeriğiyle sürtünmeden kaynaklanan aşınmayı azaltarak, makine parçalarının ömrünü uzatmaktadır. Jojoba yağı üstün bir yağlayıcı olması nedeni ile yüksek devirli makinelerde, alet ve metal kesme işlerinde kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklık ve basınçta kararlılığını ve viskositesini kaybetmez. Jojoba yağı, özellikle otomobil, uçak ve jet motorları olmak üzere motor yağı üretiminde kullanılmaktadır (Undersander, 1990; Bala, 2021).

Kimya ve İlaç Sektörü: Jojoba yağı kolesterol veya trigliserit içermez ve normal metabolik yollar tarafından parçalanmaz, bu yağ antibiyotik üretiminde köpük önleyici bir madde olarak ve cilt bozukluklarının tedavisi için kullanılabilir (Undersander, 1990; Benzioni ve Forti, 1989). E vitaminince zengin Jojoba yağı saç uzamasını destekler, hücre yenileyici etkisiyle tıpta çizik, kesik, sivilce, saç ve deri bozukluklarının tedavisinde etkilidir. Kozmetik ürünlerde, göz ve deri enfeksiyonlarını önlemek amacıyla bakteri ve mantarlara karşı koruyucu özelliği nedeniyle kullanılmaktadır. Jojoba yağının baş ağrılarını ve boğaz iltihabını hafifletme ve yaraları tedavi etme gibi bazı tıbbi özellikleri vardır. Jojoba yağının anti-inflamatuvar aktivitenin yanı sıra antimikrobiyal özelliklere de sahip olduğu bildirilmektedir (Habashy, 2005). Jojoba tohumlarından yağ elde edildikten sonra kalan küspesi simmondsin ve türevi siyanojenik glikozitler bakımından zengindir (Anonim, 2023c). Bu maddeler, canlılarda besin emilimini azaltıcı biyolojik etkilerin yanı sıra, antienflamatuvar, analjezik, insektisit, antifungal etkilere de sahiptir (Pehlivan, 2010). Son yıllarda yapılan bazı çalışmalar jojobanın obezite tedavisinde kullanılabileceğini vurgulamıştır (Anonim, 2023d).

Gıda Sektörü: Jojoba yağı, konservecilikte malzemenin tadının ve tazeliğinin muhafazası amacıyla kullanılmaktadır. Kolesterol veya trigliserit içermediğinden düşük kalorili yenilebilir yağ olarak kullanılabilir (Undersander ve ark.,1990). Jojoba ayrıca doğal bir iştah bastırıcı olan simmondsin içermektedir. İnsanlarda vücut ağırlığının kontrolü için diyet takviyesi olarak faydalı bulunduğu (Teague ve ark., 2005), şekerli çubuklardan, çikolata, tatlı ve içeceklerle kadar birçok ürünün içerisine katılabilmektedir. Ayrıca gıda katkı maddesi, tıbbi gıda veya fonksiyonel gıda bileşeni olarak da kullanılabilir. Koku yapmaz ve bitkisel yağ için uygundur (Aftab ve ark., 2008). Raf ömrünün uzun olması, besin endüstrisinde kekten, pişirme yağına kadar çok önemli işlevlerde kullanabilmesine olanak sağlamaktadır. Kalifornia Üniversitesi jojoba yağının ekşimediğini ve uzun süre bozulmadığını gösteren araştırmalar yapmıştır. 27 parti cin mısırını aynı jojoba yağı ile pişirmişler ve 27. mısırın ilk mısır kadar taze olduğunu görmüşlerdir. Bu fastfoodlar da her zaman için taze yağla patates kızartma imkanı tanımaktadır (Anonim, 2023e) Jojoba yağı esas olarak albuminler (%79) ve globulinler (%21) olmak üzere %30-35 düzeyinde yüksek protein içeriğine sahiptir (Shrestha ve ark., 2002). Büzülmeyi geciktirmek, bozulmayı azaltmak, bayatlama süresini en aza indirmek, lezzeti korumak, meyve ve sebzeleri kaplamak için kullanılırlar. Amerika Birleşik Devletleri'nde bazı şekerler de bu şekilde işlenerek, böylece elde erimesi önlenmiş olur (Borlaug, 1985).

Tarımsal Üretim: Çok yönlü bir kullanım alanına sahip jojoba yoksul topraklar için gelecek vaat eden bir ürün olup, özellikle marjinal bölgelerde rehabilitasyon amaçlı kullanım potansiyeline sahiptir. Jojoba, kurak bölgelerde çölleşmeyle mücadele etmek ve çölleşmeyi önlemek için uygun bir bitkidir (Bala, 2021; Pasternak ve Schlissel, 2012). Bunun yanı sıra tuzlu suya olan toleransı atık ve düşük kalitedeki sulama sularından faydalanmaya olanak sunarak çevreci bir bitki olarak kabul edilmesini sağlar (Abobatta and Farag, 2021; Raza ve ark., 2019). Karbondioksit emisyonunu azaltır. Jojoba yağının antifungal, böcek öldürücü özelliklere de sahip olduğu bildirilmektedir (Abdel-Mageed ve ark., 2016). Tüm bunlara ek olarak, yağ çıkarma işleminden sonra kalan jojoba küspesi ucuz bir hayvan yemi olarak kullanılabilir (Bouali ve ark., 2008). Jojoba küspesi, jojoba bitkisinin yağı çıkarıldıktan sonra kalan yan

ürünü olarak tanımlanmaktadır. Çıkan bu yan ürünün farklı kullanım alternatiflerinin değerlendirilmesi hem atık döngüsü, hem de çevreci bir yaklaşımdır. Aksi takdir de bunların doğada birikimi büyük çevre kirliliğine neden olacaktır. Jojoba küspesi, hayvan yemi olarak potansiyel bir kullanıma sahiptir ancak detoksifikasyona ihtiyacı vardır (Hosseini ve ark., 2011). Yağ çıkarıldıktan sonra kalan küspe, potansiyel olarak değerli bir yan üründür. Özellikle jojoba yetiştiriciliğinin sorunsuz bir şekilde yapılabilirdiği sınırlı koşullara sahip bölgelerde hayvanlar için (özellikle geviş getirenler için) önemli bir besleyici kaynak olabilir (Borlaug, 1985) Tohumundan yağ elde edildikten sonra kalan küspesinde %30-35 oranında proteinin yanı sıra karbonhidrat, lif ve %15 civarında simmondsinler adı verilen siyanojenik glikozit yapısında bileşikler içerir (Van Boven ve ark., 2000). Ancak, simmondsia maddesi çıkarıldıktan sonra hayvan yemi olarak kullanılır (Undersander, 1990; Anonim, 2023e). Esansiyel amino asitlerden lisin içeriği iyidir, ancak metiyonin içeriği zayıftır (Borlaug, 1985). Yüksek nitrojen içeriği (% 20-30) nedeniyle azotlu bir gübre olarak potansiyel bir kullanıma sahiptir (Yılmaz, 2012) ve çöl arazilerinin organik maddesi düşük olan toprağı zenginleştirmek için toprak düzenleyici olarak kullanılabilir (Hosseini ve ark., 2011).

Şengül, (2019) Jojoba küspesinin yem değerinin belirlenmesi üzerine yapmış olduğu çalışmada, jojoba küspesinin hayvan beslemede kullanılmasında özellikle anti besleme faktörlerine dikkat edilmesi gerektiği ve rumende parçalanabilirliği azaltan muameler ile daha verimli kullanılabileceğini bildirmiştir. Çalışmada soğuk pres yöntemi ile elde edilen jojoba küspesi organik hayvancılık ve iyi hayvancılık uygulamalarında da kullanılabileceği bildirilmiştir.



Şekil 8. Jojoba küspesi (Bala, 2021)

Diğer Kullanım Alanları: Bu yaygın kullanım alanları dışında jojoba yağı yenilenebilir bir enerji kaynağıdır (Undersander, 1990). Biyodizel yakıtı üretiminde kullanılmakta ve biyolojik olarak parçalanabilen yağlayıcılar olarak önümüzdeki dönemler için yeni bir yakıt çözümü olarak karşımıza çıkmaktadır (Frag ve ark., 2008; Sánchez ve ark., 2016). Sertlik ve parlaklık kalitesi ile mobilya, yer, otomobil cilası ve uzun süre yanan mumlar gibi direk kullanım alanları sağlamaktadır (Borlaug, 1985). Jojoba yağının kararlılığı, onu elektronik ve bilgisayar endüstrileri için çekici kılar (Undersander, 1990). Önerilen diğer kullanımlar arasında mumlar, plastikleştiriciler, deterjanlar, yangın geciktiriciler ve deri endüstrisi bulunmaktadır (Undersander, 1990). İmalat sektöründe, deri yumuşatıcı bir madde olarak, linolyum ürünleri, yapıştırıcılar ve ısıya dayanıklı malzemeler ile deterjanlar, emülgatörler ve birçok alanda petrokimyasalların yerine kullanılır (Agrawal ve ark., 2007; Bala, 2021) Jojoba yağı şu anda yaygın olarak kullanılan birkaç yağın yerini almak için ticari potansiyele sahip görünmektedir. Ayrıca kağıtta, tekstilde, yalıtımda, pillerde, mumlarda, kibritlerde, sabunlarda, merhemlerde, boya kalemlerinde ve tebeşirde kullanılan yağların erime noktasını, parlaklığını ve sertliğini artırmak için de kullanılırlar (Borlaug, 1985).

5. Sonuç

Jojoba, ekolojik olarak düşük kalite özellikleri taşıyan alanlar için sürdürülebilir bir tarımsal üretim faaliyeti ve marjinal bölgelerin rehabilitasyonu için kuruluş maliyeti düşük alternatif bir bitkidir. Çok yıllık, yaprak dökmeyen, zehirsiz, kuraklığa dayanıklı, az bakım gerektiren, uzun ömürlü, derin kök sistemine sahip, yangın tehlikesi düşük bir bitki olduğundan otoyol ve yol kenarının ağaçlandırılmasında ya da çit bitkisi olarak kullanımı uygundur (Yermanos, 1979). Bununla beraber, yeni plantasyonları çevresel faktörlerin en iyi başarı şansını sunduğu yerlerde kurmak ve sonrasında jojobanın çevresel stresler altında hayatta kalma ve verim verme kabiliyetini araştırmak daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Jojobanın verimliliğini etkileyen ciddi bir hastalık ya da zararlı yoktur. Jojoba yağı, gıda, farmakoloji ve kozmetik üretiminde çeşitli endüstriler için hammadde olarak değerlendirilmekte, hayvan yemi üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca biyoyakıt ve biyolojik olarak parçalanabilen yağlayıcılar için yeni bir kaynak sağlamaktadır. Tohumdan elde edilen yağın okside olmadan ve tohumun ise bozulmadan ne kadar süreyle saklanabileceği henüz bilinmemekle beraber, 20-25 yaşındaki tohumlardan elde edilen yağın özelliğini kaybetmediği bildirilmektedir (Anonim, 2023e).

Başta A.B.D., İsrail ve Meksika olmak üzere Avustralya, Arjantin, Brezilya, Paraguay, Venezüella, Libya, Mısır, Sudan, Kuveyt, Hindistan, Nijerya, Kenya, Japonya ve Avrupa Birliği Ülkeleri, jojoba yetiştiriciliği konusuna önem göstermiş ülkelerdendir (Borlaug, 1985). Dünya çapında ya da ülkeler bazında jojoba üretim ve verimine dair resmi istatistiki bir bilgiye ulaşamamıştır.

Geleceğin karlı yatırımlarından biri olarak kabul edilebilecek jojoba bitkisinin, ülkemiz potansiyelini ortaya koyabilmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Bir çöl bitkisi olan jojobanın, ülkemizde özel alanlarda ağaçlandırma amaçlı olarak kullanılmasında fayda vardır. Jojoba ile ilgili olarak yapılacak adaptasyon ve agronomi çalışmalarının olumlu sonuçlar vermesi neticesinde, ekonomik değeri yüksek, girdi maliyeti düşük bu bitkinin yetiştiriciliğinin yaygınlaşması sağlanabilecektir. İlk kurulum masrafı, bakım şartları ve hasat sonrası muhafaza koşulları çok hassas olmayan bir bitki olması sebebiyle üreticiye kolaylıklar sağlayacaktır. Bunun yanı sıra, sanayiye yönelik yerli üretim hammadde, yeni pazarların doğmasına ve istihdama katkı

sağlayabilecektir. Ekonomik anlamda yapılan yetiştiricilikle ülkemizin jojoba yağı (kozmetik, ilaç, sanayi, vs.) talebi karşılanacak, ithalat gereksinimimiz azalacak ve bu durumun ülke ekonomisine yüksek bir katkısı olacaktır. Ayrıca, tarımsal tekdüzelik içerisinde mevcut bitki desenine alternatif bir ürün olabilecektir.

Sonuç olarak ülkemizde yetiştiriciliği yapılabilecek olan *Simmondsia chinensis* bitkisinin gelişim ve verim parametrelerine yönelik çalışmaların yapılması ve desteklenmesi gerekmektedir. Adaptasyon çalışmalarını takiben, ıslah, sulama, gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele vb. konularda yapılacak araştırmalar, tohum verimi ve yağ kalitesini artırmaya yönelik çalışmalarla desteklenmelidir.

Kaynakça

- Abdel-Mageed, W.M., Bayoumi, S.A.L., Al-Wahaibi, L.H., Li, L., Sayed, H.M., Abdelkader, M.S.A., El-Gamal, A.A., Liu, M., Zhang, J., Zhang, L., Liu, X. (2016). Noncyanogenic Cyanoglucoside Cyclooxygenase Inhibitors from *Simmondsia chinensis*. *Organic Letters* 18(8):1728–31. DOI: 10.1021/acs.orglett.6b00206.
- Abobatta, W.F. (2016). *Simmondsia chinensis* Jojoba – The Green Gold Tree - Noor Publishing.
- Abobatta, W.F. (2017). *Simmondsia chinensis* Jojoba Tree. *JATBAS* 1(1): 160-165.
- Abobatta, W.F. (2019). Overview of *Simmondsia chinensis* (Jojoba shrubs) Cultivation and Propagation Methods. *Agricultural Research & Technology Open Access Journal* 19(2): 556089. DOI: 10.19080/ARTOAJ.2019.19.556089.
- Abobatta, W.F., Farag, M.E.H. (2021). Impact of the Climate Change on Jojoba Cultivation. *Advances Agricultural Technology and Plant Sciences* 4(6): 180082.
- Aftab, F., Akram, S., Iqbal, J. (2008). Estimation of Fixed Oils From Various Explants and In Vitro Callus Cultures of Jojoba (*Simmondsia chinensis*). *Pakistan Journal of Botany* 40, 1467-1471.
- Agrawal, V., Sharma, K., Gupta, S., Kumar, R., Prasad, M. (2007). Identification of Sex in *Simmondsia chinensis* (Jojoba) Using RAPD Markers. *Plant Biotechnology Reports*, 1(4):207–10.
- Akdeşir Ö. (2001). *Antalya Koşullarında Tohumdan Yetiştirilen Jojoba (Simmondsia chinensis L.) Bitkilerinin Seleksiyonu ve Çoğaltılma Olanaklarının Saptanması Üzerine Araştırmalar*, (Yüksek Lisan Tezi), Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Ali, E.F., Hassan, F.A.S., El-Zahrany, O.M. (2012). Planting of Jojoba for Oil production Under Salt and Water Stress in Taif Region. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(13): 358-371, ISSN 1991-8178.
- Al-Obaidi, J.R., Suliman, B.K., Al-Ani, N.K. (2012). Molecular-Based Marker for Sex Differentiation of Jojoba in Vivo and in Vitro Iraqi Cultivars Using RAPD-PCR Technique. *Scientific Research Essays*, 4(7):522–7.

- Al-Obaidi, J.R., Halabi, M.F., AlKhalifah, N.S., Asanar, S., Al-Soqeer, A.A., Attia, M.F. (2017). A Review on Plant Importance, Biotechnological Aspects, and Cultivation Challenges of Jojoba Plant. *Biological Research* 50:25. DOI 10.1186/s40659-017-0131-x.
- Anonim (2023a). <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jojoba.jpg>, (17.11.2023).
- Anonim (2023b). <https://bitkitohum.blogspot.com/2011/02/jojoba-yetistiriciligi.html>, (17.11.2023).
- Anonim (2023c). <http://en.wikipedia.org/wiki/Jojoba>, (17.11.2023).
- Anonim (2023d). <http://en.wikipedia.org/wiki/Simmondsin>, (17.11.2023).
- Anonim (2023e). <https://www.gencziraat.com>, (17.11.2023).
- Ash, G.J., Albiston, A., Cother, E.J. (2005). Aspects of Jojoba Agronomy and Management. *Advances in Agronomy* 85: 409-437. DOI:10.1016/S0065-2113(04)85007-7.
- Bagby, M.O. (1988). Comparison of Properties and Function of Jojoba Oil and Its Substitutes. *Proceedings from the Seventh International Conference on Jojoba and Its Uses*, American Oil Chemists' Society, Champaign, IL.
- Bala, R., Laura, J.S., Beniwal, V.S. (2020). Large Scale Production of Female Plants of *Simmondsia chinensis* (Link) Schneider Through Synthetic Seed Technology, *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 21, 47-53.
- Bala, R. (2021). Deserts and Desertification. Edited by Yajuan Zhu, Qinghong Luo and Yuguo Liu. *Jojoba - The Gold of Desert*, ISBN978-1-83962-718-7, DOI10.5772/intechopen.82931.
- Benzioni, A., Forti. M. (1989). Jojoba. Pages 448-461 in *Oil Crops of the World*. G. Robbelen, R.K. Downey, and A. Ashri (eds.) McGraw-Hill Publishing Company; New York. 553 pages.
- Benzioni, A., Shiloh, E., Ventura, M. (1999). Yield Parameters in Young Jojoba Plants and their Relation to Actual Yield in Later Years. *Industrial Crops and Products* 10 (2):85-89, [https://doi.org/10.1016/S0926-6690\(99\)00005-9](https://doi.org/10.1016/S0926-6690(99)00005-9).
- Bhardwaj, M., Uppal, S., Jain, S., Kharb, P., Dhillon, R., Jain, R.K. (2010). Comparative Assessment of ISSR and RAPD Marker Assays for Genetic

- Diversity Analysis in Jojoba [*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider]. *Journal of Plant Biochemistry Biotechnology* 19(2):255–8.
- Borlaug, N. 1(1985). Jojoba. New Crop for Arid Land, New Raw Material for Industry. National Research Council (US). Advisory Committee on Technology Innovation. Ad Hoc Panel. National Academies 53: 113.
- Botti, C., P. Loreto, P. David, L., Canaves (1998). Evaluation of Jojoba Clones Grown Under Water and Salinity Stresses in Chile. *Industrial Crops and Products* 9: 39-45.
- Bouali, A., Bellirou, A., Boukhatem, N., Hamal, A., Bouammali, B. (2008). Enzymatic Detoxification of Jojoba Meal and Effect of the Resulting Meal on Food Intake in Rats. *Natural Product Research* 22(7):638–47, <https://doi.org/10.1080/14786410701614341>.
- Cao, B., Gao, H.D. (2003). Technology of Cutting Propagation of *Simmondsia chinensis* (Link) Schneider. *Journal of Nanjing- Forestry University* 27(4): 62-66.
- Castellanos, A.E., Molina, F.E. (1990). Differential Survivorship and Establishment in *Simmondsia chinensis* (jojoba). *Journal of Arid Environments* 19(1): 65-76.
- Eed, A.M. (2014). Cultivation of Jojoba Plants as a Strategic and Economic Substitute for Qat (*Catha edulis* Forsk.) Cultivation in Yemen. Conference: *The 9th Scientific Conference of the Yemeni*, Biological Society, Ibb. September, 2014.
- El-Baz, E.E.T., El-Dengawy, E.F., El-Shahat, S.E.S., El-Hassan, E.M. (2009). Studies on some Morphological Aspects of Jojoba [*Simmondsia chinensis* (Link). Schneider] Under Egyptian Conditions. *Journal of Plant Production* 34(11): 10575-10586, <https://dx.doi.org/10.21608/jpp.2009.119162>.
- Farag, R.S., Farag, M.M., Ali, R.F.M. (2008). Use of Sunflower Oil Mixed with Jojoba and Paraffin Oils in Deep-Fat Frying Process. *International Journal of Food Science and Technology* 43(7): 1306-1315, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2007.01609.x>.
- Forster, K.E., Wright, N.G. (2002). Constraints to Arizona Agriculture and Possible Alternatives. Office of Arid Land Studies. University of Tucson, Arizona, USA, pp: 13-25.

- Gentry, H.S. (1958). The Natural History of Jojoba (*Simmondsia Chinensis*) and Its Cultural Aspects. *Economic Botany* 12(3): 261-295.
- Habashy, R.R., Abdel-Naim, A.B., Khalifa, A.E., Al-Azizi, M.M. (2005). Anti-Inflammatory Effects of Jojoba Liquid Wax in Experimental Models. *Pharmacological Research* 51(2): 95-105, doi: 10.1016/j.phrs.2004.04.011.
- Hill, K., Hofer, R. (2009). Natural Fats and Oils. In: Sustainable Solutions for Modern Economies. The Royal Society of Chemistry, p. 167–237.
- Hosseini, F.S., Hassani, H.S., Arvin, M.J., Baghizadeh, A., Nejad, G.M. (2011). Sex Determination of Jojoba (*Simmondsia chinensis* cv. Arizona) by Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) Molecular Markers. *African Journal of Biotechnology* 10, 470-474.
- Inoti, S., Lulther Lulandala, L., Chamshama, S., Thagana, W., Dodson, R. (2016). Effect of Some Agricultural Practices on Field Performance of Jojoba (*Simmondsia chinensis* L.) Seedlings in Semi-Arid Areas of Voi, Kenya. *Merit Research Journal of Agricultural Science and Soil Sciences* 4(1): 014-022.
- Khasawneh, R.F. (2017). Leaching of Jojoba Oil. *Journal of Natural Sciences Research* ISSN 2224-3186 (Paper) ISSN 2225-0921 (Online) Vol.7, No.10.
- Lei, Q., Li, T. (2015). Functional Monoesters of Jojoba oil can be Produced by Enzymatic Interesterification: Reaction Analysis and Structural Characterization. *European Journal of Lipid Science and Technology* 117(5):630–6, <https://doi.org/10.1002%2Fejlt.201400458>.
- McKeon, T.A. (2016). Emerging Industrial Oil Crops. In: Industrial Oil Crops. AOCS Press; 2016. p. 275–341.
- Miklaszewska, M., Banaś, A. (2016). Biochemical Characterization and Substrate Specificity of Jojoba Fatty Acyl-CoA Reductase and Jojoba Wax Synthase. *Plant Science* 249:84–92, <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2016.05.009>.
- Miwa, T.K. (1984). Structural Determination and Uses of Jojoba Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 61(2): 407-410.

- Nasser, R. M. (2017). Investigation of the Behavior of Aminated Jojoba Derivatives as Green Corrosion Inhibitors For Mild Steel at 0.5 N HCl. *Der Chemica Sinica* 8, 123-132.
- Niklas, K.J., and Buchmann, S.L. (1985). Aerodynamics of Wind Pollination in *Simmondsia chinensis* (Link) Scheider. *American Journal of Botany* 72(4): 530-539.
- Nord, E.C., Kadish, A. (1974). *Simmondsia chinensis* (Link.) C. K. Schneid., Jojoba. In: Schopmeyer CS, Tech. Coord. Seeds of Woody Plants in the United States. Agriculture Handbook, 450. Washington, USDA Forest Service: 774-776.
- Pasternak, D., Schlissel, A. (2012). Combating Desertification With Plants. Springer Science and Business Media, pp. 38
- Pehlivan (2010). *Simmondsia chinensis* (Link) Schneider Bitkisi, Tohumları ve Yağı Üzerine Çalışmalar (Yüksek Lisans Tezi) Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Farmakognozi Anabilim Dalı Fitoterapi Programı, Ankara.
- Ranzato, E., Martinotti, S., Burlando, B. (2011). Wound Healing Properties of Jojoba Liquid Wax: an in Vitro Study. *Journal Ethnopharmacology* 134(2):443–9, <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.12.042>.
- Raza, A., Razzaq, A., Mehmood, S.S., Zou, X., Zhang, X., Lv, Y., and Xu, J. (2019). Impact of Climate Change on Crops Adaptation and Strategies to Tackle Its Outcome: A Review. *Plants* 8(2): 34, doi: 10.3390/plants8020034.
- Reddy, M.P. (2015). Desert Plant Biotechnology: Jojoba, Date Palm, and Acacia Species. In: Bahadur, B., Venkat Rajam, M., Sahijram, L., Krishnamurthy, K.V., editors. Plant Biology and Biotechnology: Volume II: Plant Genomics and Biotechnology. New Delhi: Springer India.
- Roussos, P.A., Tsantili, E., Pontikis, C.A. (2006). Responses of Jojoba Explants to Different Salinity Levels During the Proliferation Stage in Vitro. *Industrial Crops and Products*, 23(1): 65-72, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2005.04.006>.
- Sánchez, M., Avhad, M.R., Marchetti, M.J., Martínez, M., Aracil, J. (2016). Jojoba Oil: A State of the Art Review and Future Prospects. *Energy Conversion and Management* 129: 293–304.

- Sharma, S.K., Singh, A.P. (2011). Pharmacognostical Evaluation of Roots of *Simmondsia chinensis* Schneider. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research* 3:323-6.
- Shrestha, M.K., Peri, I., Smirnoff, P., Birk, Y., Golan-Goldhirsh, A. (2002). Jojoba Seed Meal Proteins Associated with Proteolytic and Protease Inhibitory Activities. *Journal of Agriculture Food Chemistry* 50, 5670-5675.
- Şengül (2019). Jojoba (*Simmondsia chinensis*) Küspesinin Yem Değerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, (Yüksek Lisans Tezi) Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Tal, M., Rosental, I., Abramovitz, R., Forti, M. (1979). Salt Tolerance in *Simmondsia chinensis*: Water Balance and Accumulation of Chloride, Sodium and Proline Under Low and High Salinity. *Annals of Botany* 43: 701-708.
- Teague, R.K., Tynch, S.L., Jaksch, F.L., Maier, R.T. (2005). Compounds for Altering Food Intake in Humans. United States Patent 6852342. <http://patents.justia.com/06852342>.
- Thomson, P.H. (1982). Jojoba Handbook. (3rd Ed). Bonsall Publications, 4339 Holly Lane Bonsall, California 92003, USA.
- Undersander, D.J., Oelke E.A., Kaminski, A.R., Doll, J.D., Putnam, D.H., Combs, S.M., Hanson, C.V. (1990). Alternative Field Crop Manual. University of Wisconsin-Madison and Minnesota, St. Paul, USA. 48 pp.
- Van Boven, M., Busson, R., Cokelaere, M., Flo, G., Decuyper, E. (2000). 4-Demethyl Simmondsin from *Simmondsia chinensis*. *Industrial Crops and Products* 12(3): 203-208, [https://doi.org/10.1016/S0926-6690\(00\)00072-8](https://doi.org/10.1016/S0926-6690(00)00072-8).
- Yermanos, D.M. (1979). Jojoba: A Crop Whose Time Has Come. California Agriculture. July-August 1979. pp. 4-11
- Yılmaz, S. (2012). Jojoba, Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma İstasyonu, Mersin, 2s.
- Yousaf, M.M., Raza, M.M., Hussain, M., Shah, J., Muhammad, R.W., Ullah, S., Gul, H., Ahmad, I., Zeshan, M. (2021). Germination Response of Jojoba Seeds under Different Temperature Conditions of the Cholistan Desert of Bahawalpur. *Pakistan Journal of Agricultural Research* 34(2):

273-277.

DOI

<http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjar/2021/34.2.273.277>.

Ward, K. (2003). A Little About Jojoba and Saving the Whales. KSA Jojoba Experimentation and Research. Northridge, California.

Weiss, E.A. (1983). Oilseed Crops. London, New York: Longman. pp. 507-527.

Wisniak, J. (1987). The Chemistry and Technology of Jojoba Oil. The American Oil Chemists Society, Champaign, pp: 267.

Zaher, F.A., El Kinawy, O.S., El Haron, D.E. (2004). Solvent Extraction of Jojoba Oil From Pre-pressed Jojoba Meal. *Grasas Aceites* 55:129–134.