



## Ferula sp. Ekstraktının İlavesinin Sazan (Cyprinus carpio) Sperm Kalite Parametreleri Üzerindeki Etkileri

Abdullatif ÖLÇÜLÜ<sup>1</sup>, Filiz Kutluyar KOCABAŞ<sup>1</sup>, Volkan KIZAK<sup>1</sup>, Mehmet KOCABAŞ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Tunceli Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü, Tunceli, Türkiye

<sup>2</sup>Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yaban Hayatı Ekolojisi ve Yönetimi Bölümü, Trabzon, Türkiye

\*E-mail: mkocabas@hotmail.com

### Makale Bilgisi :

Geliş:  
03/09/2024  
Kabul Ediliş:  
25/11/2024

### Anahtar Kelimeler:

- Tıbbi bitki
- Üreme
- Balık

### Öz

Ferula sp., Apiaceae familyasına ait geleneksel bir bitkidir. Dünyada yaygın olarak dağılım gösterir. Ferula sp., afrodizyak, antihemolitik, antioksidan, antikoagülan, antikonvülsan, gevşetici, antihiperglisemik, asetilkolinesteraz inhibitör, antidepresan, antiülser ve antitümör özelliklere sahiptir. Bu çalışmada, Ferula sp. ilavesinin sazan (Cyprinus carpio) sperm motilitesi üzerindeki etkisini değerlendirmek için ilk kez denemeler yapılmıştır. Denemede farklı konsantrasyonlarda (0, 30, 60, 90 ve 120 µg L-1) Ferula sp. ekstraktı kullanılmıştır. Sperm motilite yüzdesi ve süresi ile sperm kalite parametreleri (eğrisel hız, titreme katsayısı, ortalama katsayısı, ortalama yolun hızı, düz çizgi hızı, lateral kafa yer değiştirmesinin genliği ve hareketin doğrusallığı) belirlenmiştir. Bu çalışma ile, Ferula sp. 30 µg L-1 konsantrasyonda süre (71,00±1,05 s) ve motilite oranında (%98,33±2,89) artış olduğu belirlenmiştir. Ferula sp.'nin ekstraktlarının yüksek konsantrasyonu (120 µg L-1), hareketlilik hızı ve yaşam süresi üzerinde bir azalmaya neden olmuştur (p<0,05). Sonuç olarak, aktivasyon solüsyonuna Ferula sp. eklenmesi C. carpio türünün sperm motilitesini artırabilir.

## The Effect of Ferula sp. Extract Supplementation on Sperm Quality Parameters in Common Carp (Cyprinus carpio)

### Article Info

Received:  
03/09/2024  
Accepted:  
25/11/2024

### Keywords:

- Traditional plant
- Reproduction
- Fish

### Abstract

Ferula sp. is a traditional plant belonging to the Apiaceae family. It is widely distributed in the world. Ferula sp. has aphrodisiac, antihemolytic, antioxidant, anticoagulant, anticonvulsant, relaxant, antihyperglycemic, acetylcholinesterase inhibitor, antidepressant, antiulcer and antitumor properties. In this study, Ferula sp. attempts were performed for the first time to evaluate the effect of supplementation on carp (Cyprinus carpio) sperm motility. In the experiments, Ferula sp. extract was used at different concentrations (0, 30, 60, 90 ve 120 µg L-1). Sperm motility percentage and duration, and sperm quality parameters (curvilinear velocity, wobble coefficient, mean coefficient, velocity of the mean path, straight line velocity, amplitude of lateral head displacement and linearity of movement) were determined. With this study, Ferula sp. caused an increase in time (71.00±1.05 s) and motility rate (98.33±2.89%) at 30 µg L-1 concentration. High concentration (120 µg L-1) of extracts of Ferula sp. caused a decrease in motility rate and duration (p<0.05). As a result, supplementation of Ferula sp. to the activation solution can increase sperm motility of C. carpio.

**Atıf bilgisi / Cite as:** Ölçülü, A., Kocabaş, F. K., Kızak, V. & Kocabaş, M. (2024). Ferula sp. Ekstraktının İlavesinin Sazan (Cyprinus carpio) Sperm Kalite Parametreleri. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 10 (3), 148-153. DOI: 10.58626/menba.1542827.

## GİRİŞ

Geleneksel tıp ve tamamlayıcı tedaviler, yerel yöntemlere dayalı olarak nesilden nesile aktarılan bilgiyi temsil eder. Tıbbi bitkiler çeşitli ülkelerin geleneksel tıbbında önemli bir rol oynamaktadır. Apiaceae, öncelikle kuru ve ılıman bölgelerde yetişen çiçekli bitkilerden oluşan bir familyadır (Davis, 1965; Amiri ve Joharchi, 2016). Bu bitkiler tipik olarak sülfür bileşiklerinin ve uçucu esansiyel yağların varlığından dolayı keskin bir kokuya sahiptir (Christensen ve Brandt, 2006). Ferula cinsi, Orta Asya'dan Akdeniz'e ve Kuzey Afrika'ya kadar uzanan bölgelerde yetişen yaklaşık 170 tür içerir (Moran vd., 2002). Türkiye'de Ferula türleri farklı yörelerde "çakşır, çakşırotu, helizan, çağşır, kingor, çağ vb." adlarla bilinir (Güner vd., 2012; Karakaya vd., 2019). Bu şifalı bitkiler afrodisyak ve spermatojenik aktiviteleri nedeniyle bilimsel literatürde rapor edilmiştir. Antik çağlardan beri Ferula sp.'nin farklı türleri, ülkeler arasında geleneksel ve halk hekimliğinde afrodisyak olarak kullanılmaktadır. Geleneksel Türk tıbbında, Ferula elaeochytris, Ferula communis, Ferula assafoetida ve Ferula gummosa'nın kökü ve oleo sakız reçinesi gibi Ferula sp.'nin çeşitli türleri, erkek cinsel bozukluklarının tedavisinde afrodisyak olarak kullanılmıştır (Karakaya vd., 2019). Orta Doğu'da "zal louh" olarak da bilinen Ferula hermonis, halen erkek afrodisyak olarak kullanılmaktadır (Aydoğan vd., 2020). İran geleneksel tıbbında F. assafoetida aynı zamanda afrodisyak olarak da kullanılmıştır (Bagheri vd., 2018a). Eski Hindistan'ın Ayurveda sisteminde ve Brezilya gibi Güney Amerika geleneksel tıbbında asafoetida bir afrodisyak olarak kabul edilir (Iranshahy ve Iranshahi, 2011). Nepal'de F. asafoetida günlük olarak, özellikle erkekler için afrodisyak olarak kullanılmaktadır (Eigner ve Scholz, 1999). İbn Sina (Avicenna) ve Al-Antaki de F. assafoetida'nın afrodisyak etkilerini vurgulamışlardır (Bagheri vd., 2018b). Bilimsel araştırmalar Ferula sp.'nin antinosiseptif, antihemolitik ve antioksidan, antikoagülan, antikonvülsan, gevşetici, hafızayı güçlendirici antihiperglisemik, asetilkolinesteraz inhibitör, antidepresan, antiülser, antitümör ve anti-demyelinizasyon özellikleri dahil olmak üzere bir takım tıbbi özelliklerini ortaya koymuştur (Lamnaouer, 1999; Ebrahimzadeh vd., 2011; Iranshahi ve Alizadeh, 2012; Vijayalakshmi vd., 2012; Bagheri vd., 2014a,b,c, Bagheri vd., 2015,2017,2020; Kumar vd., 2017; Deveci vd., 2018). Bu cinsteki bitkilerin fitokimyasal analizi, terpenoidler, kumarinler ve birçok sülfür bileşiği dahil olmak üzere çeşitli bileşikler içerdiklerini göstermiştir (Sayed-Ahmad vd., 2017).

Sperm kalitesi sucul yaşam için önemlidir ve en önemlisi su ürünleri yetiştiriciliği uygulamalarında dölleme ve kuluçka başarısını etkilemektedir (Kutluyev ve Kocabaş, 2017; Kocabaş ve vd., 2017a,b,c; Abdulkareem vd., 2018; Al-Salhiye vd., 2019; Girgis vd., 2021; Selyametovich vd., 2022). Sperm kalitesinin azalması popülasyonların yok olmasına veya kaybına neden olabilir. Şimdiye kadar, farklı hayvanlar (ördek, fare, rat, boğa, koç) ve insanlarda F. hermonis ilavesinin sperm kalitesi üzerindeki etkileri hakkında çalışma yapılmasına rağmen (Khleifat vd., 2001; Hanafi vd., 2010; Bagheri vd., 2015; Manayi vd., 2017; Abdulkareem vd., 2018; Al-Salhiye ve Al-Hummod, 2019; O'g'li, 2019; Girgis vd., 2021; Selyametovich vd., 2022), balıklar (Maylandia estherae, Carassius auratus) (İnanan vd., 2021; Koca vd., 2021) ile ilgili sınırlı bilgi mevcuttur. Balıklarda yapılan çalışmalar, yeme ilavesinin spermatozoa parametrelerinin etkileri ile ilgilidir. Bu çalışmada, Ferula sp. ekstraktının aktivasyon solüsyonuna ilavesinin spermanın dölleme yeteneğini belirleyen önemli bir ön koşul olan sperm motilitesi ve kalite parametreleri [eğrisel hız (VCL), titreme katsayısı (WOB), ortalama katsayısı (STR), ortalama yolun hızı (VAP), düz çizgi hızı (VSL), lateral kafa yer değiştirmesinin genliği (ALH) ve hareketin doğrusallığı (LIN)] üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Gamet toplama

Olgun sazan balıkları (3+ yaş) kültür koşulları altında bulunan bireylerden seçilmiştir. Su sıcaklığı 20±0,1°C, pH 8,28±0,1 ve çözülmüş oksijen 8,2±0,1 mg L<sup>-1</sup> olup fotoperiyot 16A:8K'dır. Erkek balıklara indüksiyon ajanı enjeksiyonu işleminden önce 2-fenoksietanol (1:3000 sulu çözelti 700 µl/L) ile anestezi uygulanmıştır. İndüksiyon ajanı olarak ovopel (Ovopel Hungary A.U.V.) kullanılmıştır. Pelet formdaki ovopel havanda öğütülüp serum fizyolojik solüsyon (%9 NaCl) içinde çözdürülmüştür (Öğretmen vd., 2019). Yumuşak karın basıncına tepki olarak sperm akışının saptanabildiği erkeklerle bir doz ovopel (1 pelet/kg vücut ağırlığı) enjeksiyonu intramüsküler olarak uygulanmıştır. Enjeksiyondan yirmi dört saat sonra ürogenital papilla dikkatlice kurutulmuş, akabinde sperm doğrudan tüplere sağılmış ve kullanılmaya kadar buz üzerinde (2-4°C) muhafaza edilmiştir. Sperme idrar, dışkı, kan, mukus bulaşmasını ve su ile temasını önlemek için azami derecede dikkat edilmiştir.

### Bitki örneklerinin ekstraksiyonu

Ferula bitkisi tozu İzmir'in yerel bitkisel pazarından satın alınmıştır. Ekstraksiyon solventine Ferula tozu (10 gr) ilave edilmiş (etanol %99,9 mutlak, 100 mL) bir beher içerisine yerleştirilmiştir. Ultrason destekli ekstraksiyonlar, 50°C sıcaklıkta 1 saat boyunca 200 W ultrasonik güç ve 20 kHz frekansla (Bandelin SONOPULS Ultrasonic Homogenizers HD 2200, Almanya) gerçekleştirilmiştir. Ultrason, %10-100 çalışma genliğine ve 0 ila 2 darbe döngüsüne sahip bir titanyum sondayla donatılmıştır. Ekstraksiyon tamamlandıktan sonra sistemin oda sıcaklığında soğumasına izin verilmiş ve solvent, döner bir buharlaştırıcı kullanılarak buharlaştırılmıştır (BUCHI 461, Buchi Laboratoriums Technik AG, Flawil, İsviçre) ve ekstraktlar sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulan ekstraktlar bir sonraki analize kadar karanlıkta saklanmıştır (Nouioura vd., 2024).

### Sperm kalitesinin belirlenmesi

Ferula sp. ekstraktının farklı konsantrasyonları [0 mM (Kontrol), 30 µg L<sup>-1</sup>, 60 µg L<sup>-1</sup>, 90 µg L<sup>-1</sup> ve 120 µg L<sup>-1</sup>] aktivasyon

solüsyonuna (NaCl, 52 mM) ilave edilmiştir Kutluyer ve Kocabas, 2017). Motilite ve sperm kalite parametreleri [VCL (gerçek yörünge boyunca hareketin hızı), WOB, STR, VAP ( $\mu\text{m/s}$ ), VSL (iki noktayı birleştiren teorik bir düz çizgi boyunca başlangıç noktasından bitiş noktasına hareketin hızı), ALH ( $\mu\text{m}$ ) ve LIN (yüzde oranı VSL/ VCL)] analizleri Sperm Class Analyser sistemi (Microptic S.L., Barselona, İspanya) ile yapılmıştır. Aktif olarak hareket eden sperm, hareketli sperm yüzdesi olarak kaydedildi. Hareket süresinin belirlenmesi için kronometre kullanılmıştır (Kutluyer vd., 2016)..

### Veri Analizi

Sperm hücrelerinin yaşam süresi ve sperm kalite parametrelerine ilişkin veriler,  $p<0,05$  anlamlılık düzeyinde ortalama $\pm$ standart sapma (S.D.) olarak sunulmuştur. Veriler Kruskal-Wallis varyans analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Tüm istatistiklerin hesaplanmasında Windows için SPSS istatistik paketi (Ver:14.0) kullanılmıştır.

### BULGULAR

Taze sperm hücrelerinin motilite yüzdesi ve süresi sırasıyla %94,67 $\pm$ 0,58 ve 69,33 $\pm$ 1,67 s'dir. Ferula sp. ekstraktlarının farklı konsantrasyonlarının (30, 60, 90 ve 120  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) sperm motilite yüzdesi ve süresi üzerindeki etkileri Şekil 1'de sunulmuştur. Ferula sp.'nin sperm hareketliliğini artırıcı etkisi olduğu belirlenmiştir. Çalışma, hareketli spermatozoa yüzdesindeki maksimum artışın (%98,33 $\pm$ 2,89) ve ileri hareketlilik süresindeki hayatta kalma süresinin (71,00 $\pm$ 1,05 s) 30  $\mu\text{g L}^{-1}$  konsantrasyonunda meydana geldiğini göstermiştir. 60  $\mu\text{g L}^{-1}$  konsantrasyonundan sonra hareketlilik hızı ve süresi ile sperm kalite parametreleri (VCL, VAP, VSL, LIN, STR, ALH, WOB ve BCF) azalmıştır (Çizelge 1). Ferula sp.'nin ekstraktlarının yüksek konsantrasyonu (120  $\mu\text{g L}^{-1}$ ), hareketlilik hızı ve yaşam süresi üzerinde azalmaya neden olmuştur ( $p<0,05$ ).

### TARTIŞMA

Son yıllarda, geleneksel bitkisel ilaçlarda bir bütün olarak, parçaları veya formlarıyla kullanılan bitkiler, balık sağlığı ve büyüme performansı üzerindeki muhtemel olumlu etkilerinden dolayı, balık yemi katkı maddelerinde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Biyoaktif bileşikler ve geleneksel tıpta insan ve hayvanlara yönelik kullanımlarıyla ilgili olarak, Ferula cinsi gibi bazı bitki taksonları balık yemlerine yaygın olarak eklenmiş ve test edilmiştir (Inanan vd., 2021). Ayrıca, F. elaeochytris gibi bazı türlerin afrodisyak ve doğurganlığı artırıcı özellikleri olduğu bilinmektedir. Balıklarda yapılan çalışmalar, Ferula sp.'nin yeme ilavesinin spermatozoa parametrelerinin etkileri ile ilgilidir. Bu çalışma ile Ferula sp. ekstraktının aktivasyon solüsyonuna ilavesinin sperm motilitesi ve kalite parametreleri (VCL, VAP, VSL, LIN, STR, ALH, WOB ve BCF) üzerindeki etkileri ilk kez belirlenmiştir.

Çalışma, hareketli spermatozoa yüzdesi ve süresindeki maksimum artışın 30  $\mu\text{g L}^{-1}$  konsantrasyonunda meydana geldiğini göstermiştir. Bazı çalışmalar şifalı otların ve bitkisel katkı maddelerinin spermatozoa kalitesini artırabildiğini göstermiştir. Eklenen 150 mg/kg  $\beta$ -karoten, Japon balıklarında diyet yüzdesi, hareketlilik süresi ve spermatozoa yoğunluğunun artmasına neden olmuştur (Tizkar ve vd., 2015). Tıbbi bir bitki olan Kigelia africana'nın diyetinde 100 g/kg'nın Afrika yayın balığı (Clarias gariepinus) türünde spermatozoa kalitesini ve dolayısıyla döllenme başarısını önemli ölçüde iyileştirdiği göstermiştir (Adeparusi vd., 2010). Benzer şekilde, yer fıstığı (Arachis hypogea) küspesi, fasulye (Phaseolus vulgaris) unu ve ayçiçeği (Helianthus annuus) yağlı küspesi takviyeli diyetler, Afrika yayın balığının eğrisel hızı ve hacmi de dahil olmak üzere spermatozoa hareketlilik parametrelerini artırmıştır (Nyina-Wamwiza vd., 2012). Dahası, diyetteki şeker pancarı (Beta vulgaris) ekstraksiyonları Japon balığında sadece spermatozoa motilite parametrelerini değil, aynı zamanda spermatozoanın oksidatif durumunu da iyileştirmiştir (Inanan ve Acar, 2019). Bu çalışmada, Ferula sp.'nin spermatozoa kalitesi üzerindeki olumlu etkilerinin antioksidan özelliklerinden ve ayrıca 14- $\beta$ -H-Pregna,  $\alpha$ -kurkumen, limonen gibi bazı spesifik bileşiklerden kaynaklanabileceği düşünülebilir. Antioksidanlar, hem spermatogenez hem de in vitro işlemler sırasında oluşabilecek lipid peroksidasyonuna karşı spermatozoada koruyucu bir role sahiptir (Ciereszco ve Dabrowski, 1995; Izquierdo vd., 2001). Ayrıca  $\alpha$ -kurkumen, mitokondriyal yoldaki proteaz enzimlerinin aktivasyonundaki rolü nedeniyle spermatozoa hızını artırabilir. Mitokondriyal aktivasyonların, sperm hızıyla doğrudan ilişkili olan spermatozoa flagella'nın enerji tüketimini sağladığı çok iyi bilinmektedir (Dzyuba vd., 2017). Öte yandan Ferula sp.'de tespit edilen 14- $\beta$ -H-Pregna, spermiyasyon için uyarıcı görevi görerek sperm kalitesini etkileyebilir. 14-  $\beta$ -H-Pregna çeşitli bitkilerde bulunur ve ayrıca erkek böcekler için özgü bir tür steroid seks feromonudur (Durak ve Kalender, 2007; Zahra vd., 2019).

### SONUÇ

Sonuç olarak, Ferula sp. ekstraktının aktivasyon solüsyonuna eklenmesi 30  $\mu\text{g L}^{-1}$  konsantrasyonunda C. carpio'nun sperm motilitesi ve süresini artırmıştır. Bu çalışmadan elde edilen veriler, aktivasyon ortamına Ferula sp. eklenmesinin alternatif bir hareketlilik indükleyici ajan olarak kullanılabilmesini ve bu çalışmanın, diğer balık türlerinin kısa süreli sperm muhafazası ve kriyoprezervasyonu üzerindeki Ferula sp. etkisini değerlendirmek için yararlı olabileceğini göstermektedir. Yan etkilerinin minimum olması, erişimin kolay olması, maliyet etkinliği nedeniyle, Ferula sp.'nin döllenme yeteneği ile embriyonik ve larva gelişimi üzerindeki mekanizması ve etkileri konusunda gelecekte çalışmalar yapılması gerekmektedir.

### Etik Standartlara Uyum

#### a) Yazarların katkıları

1. A.Ö.: Çalışmayı tasarladı ve laboratuvar çalışmasını gerçekleştirdi

2 F.K.K.: Laboratuvar çalışmasını gerçekleştirdi ve verileri yorumladı, makaleyi hazırladı.

3. V.K.: Laboratuvar çalışmasını gerçekleştirdi.

4. M.K.: Laboratuvar çalışmasını gerçekleştirdi.

#### **b) Çıkar çatışması**

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ettiler.

#### **c) Hayvanların Refahına İlişkin Beyan**

Çalışma protokolü (Protokol no: 38-01) Munzur Üniversitesi Hayvan Araştırmaları Yerel Etik Kurulu tarafından onaylandı.

#### **d) İnsan Hakları Beyanı**

Bu çalışma insan katılımcıları kapsamamaktadır.

### **KAYNAKLAR**

- Abdulkareem, T. A., Khalil, R. I., & Salman, A. H. (2018). Effect of adding Ferula hermonis Boiss roots and some antioxidants to Tris extender on post-cryopreserved sperm abnormalities percentage of Holstein bulls. *Al-Anbar Journal of Veterinary Science*, 11: 70-81.
- Adeparusi, E., Dada, A., & Alale, O. (2010). Effects of medicinal plant (*Kigelia africana*) on sperm quality of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) broodstock. *AAS Journal*, 2: 193-199.
- Al-Salhie, K. C., & Al-Hummod, S. K. (2019). Ferula hermonis roots extract on testicular biometry and reproductive hormones in local ducks. *Indian Veterinary Journal*, 96: 14-17.
- Amiri, M. S., & Joharchi, M. R. (2016). Ethnobotanical knowledge of Apiaceae family in Iran: A review. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 6: 621-635.
- Aydogan, F., Baykan, S., Soliman, G. A., Yusufoglu, H., & Bedir, E. (2020). Evaluation of the potential aphrodisiac activity of sesquiterpenoids from roots of *Ferula huber-morathii* Pesmen in male rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 257: 112868.
- Bagheri, S. M., Dashti-R, M. H., & Morshedi, A. (2014a). Antinociceptive effect of *Ferula assa-foetida* oleo-gum-resin in mice. *Research in Pharmaceutical Sciences*, 9: 207-212.
- Bagheri, S. M., Rezvani, M. E., Vahidi, A. R., & Esmaili, M. (2014b). Anticonvulsant effect of *Ferula assa-foetida* oleo gum resin on chemical and amygdala-kindled rats. *North American Journal of Medical Sciences*, 6: 408-412.
- Bagheri, S., Hejazian, S., & Dashti-R, M. (2014c). The relaxant effect of seed's essential oil and oleo-gum-resin of *Ferula assa-foetida* on isolated rat's ileum. *Annals of Medical and Health Sciences Research*, 4: 238-241.
- Bagheri, S. M., & Dashti-R, M. H. (2015). Influence of asafoetida on prevention and treatment of memory impairment induced by d-galactose and NaNO<sub>2</sub> in mice. *American Journal of Alzheimer's Disease & Other Dementias*, 30: 607-612.
- Bagheri, S. M., Yadegari, M., Porentezari, M., Mirjalili, A., Hasanpor, A., & Dashti, R. M., et al. (2015). Effect of *Ferula assa-foetida* oleo gum resin on spermatoc parameters and testicular histopathology in male Wistar rats. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*, 6: 175-180.
- Bagheri, S. M., Abdian-Asl, A., Moghadam, M. T., Yadegari, M., Mirjalili, A., & Zare-Mohazabieh, F., et al. (2017). Antitumor effect of *Ferula assa-foetida* oleo gum resin against breast cancer induced by 4T1 cells in BALB/c mice. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*, 8: 152-158.
- Bagheri, S. M., Yadegari, M., Behpur, M., & Javidmehr, D. (2018a). Antilithiatic and hepatoprotective effects of *Ferula assa-foetida* oleo-gum-resin on ethylene glycol-induced lithiasis in rats. *Urological Science*, 29: 180-185.
- Bagheri, S. M., Yadegari, M., Zare-Mohazabiye, F., Momeni-Asl, H., Mirjalili, A., Anvari, M., et al. (2018b). Effect of *Ferula assa-foetida* oleo-gum-resin on gastric ulcer in indomethacin-ulcerated rats. *Journal of Current Research in Scientific Medicine*, 4: 42-46.
- Bagheri, S. M., Maghsoudi, M. J., & Yadegari, M. (2020). Preventive effect of *Ferula asafoetida* oleo gum resin on histopathology in cuprizone-induced demyelination mice. *International Journal of Preventive Medicine*, 11: 179.
- Christensen, L. P., & Brandt, K. (2006). Bioactive polyacetylenes in food plants of the Apiaceae family: Occurrence, bioactivity, and analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41: 683-693.
- Ciereszko, A., & Dabrowski, K. (1995). Sperm quality and ascorbic acid concentration in rainbow trout semen are affected by dietary vitamin C: An across season study. *Biology of Reproduction*, 52: 982-988.

- Davis, P. H., Flora of Turkey and East Aegean Islands, 10 vols. University Press, Edinburg 1965-1988.
- Deveci, E., Tel-Cayan, G., & Duru, M. E. (2018). Phenolic profile, antioxidant, anticholinesterase, and anti-tyrosinase activities of the various extracts of *Ferula elaeochytris* and *Sideritis stricta*. *International Journal of Food Properties*, 21: 771-783.
- Durak, D., & Kalender, Y. (2007). Fine structure and chemical analysis of the metathoracic scent gland of *Eurygaster maura* (Linnaeus, 1758) (Heteroptera: Scutelleridae). *Folia Biologica*, 55: 133-141.
- Dzyuba, B., Bondarenko, O., Fedorov, P., Gazo, I., Prokopchuk, G., & Cosson, J. (2017). Energetics of fish spermatozoa: The proven and the possible. *Aquaculture*, 472: 60-72.
- Ebrahimzadeh, M. A., Nabavi, S. M., Nabavi, S. F., & Dehpour, A. A. (2011). Antioxidant activity of hydroalcoholic extract of *Ferula gummosa* Boiss roots. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 15: 658-664.
- Eigner, D., & Scholz, D. (1999). *Ferula asa-foetida* and *Curcuma longa* in traditional medical treatment and diet in Nepal. *Journal of Ethnopharmacology*, 67: 1-6.
- Girgis, S. M., ElRaouf, A. A., & Abdou, H. S. (2021). Protective effect of *Ferula hermonis* root extract against cyclophosphamide-induced DNA, biochemical, and testicular damage in rats. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 14: 105-110.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç, M. T. (Eds.). (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. İstanbul: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları.
- Hanafi, E. M., Raouf, A. A., Kassem, S. S., Abdel-Kader, M. M., & Elkadrawy, H. H. (2010). A novel herbal remedy to alleviate drawbacks of heat stress in rats with special references to some reproductive and molecular alterations. *Global Journal of Biotechnology and Biochemistry*, 5: 145-152.
- Inanan, B. E., & Acar, Ü. (2019). Evaluation of sugar beet leave extracts in goldfish (*Carassius auratus*) diets: Effects on blood and semen parameters. *Acta Aquat Turcica*, 15: 458-468.
- Inanan, B. E., Acar, U., & Inanan, T. (2021). Effects of dietary *Ferula elaeochytris* root powder concentrations on haematology, serum biochemical parameters, spermatozoa parameters, and oxidative status in tissues of male goldfish (*Carassius auratus*). *Aquaculture*, 544: 737087.
- Iranshahy, M., & Iranshahi, M. (2011). Traditional uses, phytochemistry, and pharmacology of asafoetida (*Ferula assa-foetida* oleo-gum-resin): A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 134: 1-10.
- Iranshahi, M., & Alizadeh, M. (2012). Antihyperglycemic effect of asafoetida (*Ferula assafoetida* oleo-gum-resin) in streptozotocin-induced diabetic rats. *World Applied Sciences Journal*, 17: 157-162.
- Izquierdo, M. S., Fernandez-Palacios, H., & Tacon, A. G. J. (2001). Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, 197: 25-42.
- Karakaya, S., Yılmaz-Oral, D., Gür, S., & Kılıç, C. S. (2019). Effect of aerial part and root extracts from *Ferula orientalis* L. growing in Turkey on erectile dysfunction in streptozotocin-induced diabetic rats. *Biological Diversity and Conservation*, 12(1): 1-6.
- Khleifat, K., Homady, M. H., Tarawneh, K. A., & Shakhanbeh, J. (2001). Effect of *Ferula hermonis* extract on social aggression, fertility, and some physiological parameters in prepubertal male mice. *Endocrine Journal*, 48: 473-482.
- Koca, S. B., Ozdogan, H. B., Ozmen, O., Biyikli, M., & Yigit, N. O. (2021). Effects of *Tribulus terrestris* and *Ferula communis* extracts on growth and gonad histology of red zebra cichlid *Maylandia estherae* (Konings, 1995). *Indian Journal of Fisheries*, 68: 157-163.
- Kocabas, M., & Kutluyer, F. (2017a). In vitro effect of zinc: Evaluation of the sperm quality of endangered trout *Salmo coruhensis* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and fertilizing capacity. *International Journal of Aquaculture and Fishery Sciences*, 3(2): 046-050.
- Kocabas, M., & Kutluyer, F. (2017b). Effect of cobalt on sperm motility in an endangered trout species, *Salmo coruhensis*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 99(6): 690-694.
- Kocabas, M., & Kutluyer, F. (2017c). Dose dependent treatment with boric acid induces more changes in the sperm cells of endangered trout *Salmo coruhensis* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 4(9): 475-481.
- Kumar, T. B., Reddy, V. J., Rushendran, R., Mamatha, T., Roja, J., & Roopavani, T. (2017). Antidepressant activity of ethanolic extract of oleo gum resins of *Ferula asafoetida* Linn. *Journal of Pre-Clinical and Clinical Research* 11: 50-60.
- Kutluyer, F., & Kocabas, M. (2017). Dose dependent treatment with boric acid induces more changes in the sperm cells of endangered Anatolian trout *Salmo rizeensis*. *International Journal of Aquaculture and Fishery Sciences*, 3(2): 042-045.

- Kutluyer, F., Öğretmen, F., & Inanan, B. E. (2016). Cryopreservation of goldfish (*Carassius auratus*) spermatozoa: Effects of extender supplemented with taurine on sperm motility and DNA damage. *CryoLetters*, 37(1), 41-46.
- Lamnaouer, D. (1999). Anticoagulant activity of coumarins from *Ferula communis* L. *Therapie*, 54,747-751.
- Manayi, A., Aliakbari, F., & Hadjiakhondi, A. (2017). Effects of *Ferula assa-foetida* extract on spermatogenesis of rats *Research Journal of Pharmacognosy*, 4(Suppl.): 97.
- Moran, J., van Rijswijk, B., Traicevski, V., Kitajima, E. W., Mackenzie, A. M., & Gibbs, A. J. (2002). Potyviruses, novel and known, in cultivated and wild species of the family Apiaceae in Australia. *Archives of Virology*, 147: 1855-1867.
- Nouioura, G., El Fadili, M., El Barnossi, A., Loukili, E. H., Laaroussi, H., Bouhrim, M., & Derwich, E. H. (2024). Comprehensive analysis of different solvent extracts of *Ferula communis* L. fruit reveals phenolic compounds and their biological properties via in vitro and in silico assays. *Scientific Reports*, 14(1), 8325.
- Nyina-Wamwiza, L., Milla, S., Pierrard, M. A., Rurangwa, E., Mandiki, S. N., Van Look, K. J., & Kestemont, P. (2012). Partial and total fish meal replacement by agricultural products in the diets improve sperm quality in African catfish (*Clarias gariepinus*). *Theriogenology*, 77: 184-194.
- O'g'li, E. (2019). Influence of herbaceous grain on *Ferula assafoetida* on the quantitative and qualitative characteristics of snowflake rams sperm. *Asian Journal of Multidimensional Research*, 8: 6-10.
- Öğretmen, F., İnanan, B. E., Kutluyer, F., & Kayim, M. (2015). Effect of semen extender supplementation with cysteine on postthaw sperm quality, DNA damage, and fertilizing ability in the common carp (*Cyprinus carpio*). *Theriogenology*, 83(9), 1548-1552.
- Sayed-Ahmad, B., Talou, T., Saad, Z., Hijazi, A., & Merah, O. (2017). The Apiaceae: Ethnomedicinal family as source for industrial uses. *Industrial Crops and Products*, 109: 661-671.
- Selyametovich, S. R., Nabievich, N. A., & Khakimovich, T. S. (2022). Study of Asphervon gum effect on diuresis, spermatogenesis, and its effect on testosterone level in rat male blood. *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 16: 1056-1063.
- Tizkar, B., Kazemi, R., Alipour, A., Seidavi, A., Naserlavi, G., & Ponce-Palafox, J. T. (2015). Effects of dietary supplementation with astaxanthin and  $\beta$ -carotene on the semen quality of goldfish (*Carassius auratus*). *Theriogenology*, 84: 1111-1117.
- Vijayalakshmi, Adiga, S., Bhat, P., Chaturvedi, A., Bairy, K. L., & Kamath, S. (2012). Evaluation of the effect of *Ferula asafoetida* Linn. gum extract on learning and memory in Wistar rats. *Indian Journal of Pharmacology*, 44: 82-87.
- Zahra, G., Khadijeh, B., Hossein, D., & Ali, S. (2019). Essential oil composition of two *Scutellaria* species from Iran. *Journal of Traditional Chinese Medicine and Sciences*, 6(3): 244-253.