

EVCİL HAYVANLARDA SEMİNAL PLAZMANIN FİZİKO-KİMYASAL YAPISI VE ÜREME FONKSİYONLARI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ (DERLEME)

(The Effects on the Reproductive Functions and Physico-chemical Structure of Seminal Plasma in Domestic Animals) (A Review)

Mesut ÇEVİK¹

P. Barbaros TUNCER²

1: O.M.Ü. Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Sun'ı Tohumlama Anabilim Dalı, SAMSUN

2: Lalahan Hayvancılık Merkez Araştırma Enstitüsü, ANKARA

ÖZET

Memelilerde seminal plazma aksesör cinsiyet bezleri ve epididimis sekresyonlarından oluşan kompleks bir yapıya sahiptir. Aksesör salgı bezlerinin anatomik yapısı, kimyasal kompozisyonu ve sekresyonlarının fonksiyonları gibi türler arasında farklılıklar gösterir. Buna ilaveten, seminal sıvının moleküler kompozisyonunda oldukça kompleks bir yapıya sahiptir. Seminal plazma spermatozoanın başarılı bir şekilde dondurulması işleminde ve fertilizasyon yeteneği üzerinde önemli bir role sahiptir. Seminal sıvının proteinleri akrozom reaksiyonunun, spermatozoon Ca^{+2} artışının düzenlenmesinde ve spermatozoa kapasitasyonunun modülasyonunda önemli bir etkiye sahiptir. Seminal plazma proteinlerinin kompozisyonu da türden türe değişim gösterebilir, spermatozoa fonksiyonu üzerindeki etkileri oldukça önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Sperma, Seminal plazma, Biyokimyasal parametreler, Üreme, Evcil hayvanlar

SUMMARY:

In mammals, seminal plasma is a complex mixture of secretions from the epididymis and from the various accessory sex glands. The anatomy of accessory glands, as well as their chemical composition and the functions of their secretions are varied among species. In addition, the molecular composition of seminal fluid is very complex. Seminal plasma plays an important role in the fertilizing ability of sperm and the success of the cryopreservation process. Proteins from seminal fluid have been implicated in the regulation of acrosome reaction, in the regulation of Ca^{+2} uptake by sperm and in the modulation of sperm capacitation. Seminal plasma protein composition varies from species to species but in all the cases investigated so far these components have important effects on sperm function.

Key words: Semen, Seminal plasma, Biochemical Parameters, Reproduction, Domestic animals

1. GİRİŞ:

Sperma, spermatogenesis sonucu testislerin parankim dokusunda yapılan spermatozoonlar ve eklenti bezlerinin salgılarından oluşmaktadır. Bir ejakülasyonda elde edilen spermanın toplamı *ejakülat* olarak adlandırılır. Ejakülasyon sırasında spermatozoonlar erkek genital organları boyunca eklenti bezlerinin salgılarıyla karşılaşır. Bu aşamadan sonra spermatozoonlar posttestiküler olgunlaşma sürecine girerler. Epididimisin sekretorik salgılarının etkisi ile spermatozoon membranının kompleks protein ve lipid modelinde değişiklik olur. Membran yapısındaki değişimle gerçekleşen bu olgunlaşma süreci, spermatozoonun epididimisten ejakülasyona kadar ilerlemesi, dişi genital kanalında fertilizasyonun şekillene-

ceği bölgeye kadar yaşamını sürdürmesi, kapasitasyon ve akrozom reaksiyonu gibi fonksiyonların zamanından önce oluşumunun engellenmesini sağlar (7,30).

Memelilerde seminal plazma, değişik aksesör cinsiyet bezlerinden ve epididimisten salınan sekresyonlardan oluşan fizyolojik bir karışımdır. Spermatozoanın bünyesinde geçici olarak bulunan seminal plazma yaygın olarak organik ve inorganik kimyasal içeriklerden oluşan, spermatozoonlar için besin ve yoğunluk sağlayan kompleks bir sıvıdır.

Boğalarda sperma volümünün %50 si seminal vezikülden gelir. Köpeklerde ise prostat bezinin salgısı ejakülat volümünün

büyük çoğunluğunu oluşturur. Seminal plazmanın bileşimi; sperma alma şekline, sıklığına, mevsime, beslenme ve hayvanın türlerine göre farklılıklar gösterir. Seminal plazmada organik madde konsantrasyonu yüksek olup bu maddelerin miktarları eklenti bezlerinin fonksiyonel durumunu yansıtmaktadır. Ayrıca memelilerde seminal plazmanın içeriğindeki elektrolit (sodyum, potasyum, kalsiyum, fosfor) lipid ve protein düzeyleri de yukarıda belirtilen kriterlere göre değişkenlik gösterir (11,14).

2. SEMİNAL PLAZMANIN GÖREV ve FONKSİYONLARI:

Seminal plazmanın fizyolojik görevi erkek gametlerini dişi genital organlarına aktaran tampon bir sıvı gibi görev yapmak ve spermatozoon hareketini kolaylaştırmaktır. Seminal plazma türlere göre spesifik bir hacme sahip olmakla birlikte, spermatozoonlar için besin maddeleri ve yoğunluk sağlar. Fruktoz ve sorbitol gibi spermatozoa tarafından direkt olarak kullanılabilen enerji kaynaklarını bünyesinde bulundurur.

Spermatozoonların fonksiyonlarını modüle eder, spermanın olgunlaşmasında rol alarak dişi genital sisteminde kapasitasyon işlemlerinin ve gamet etkileşimlerinin kompleks basamaklarını yönlendirir. Seminal plazmanın dişi genital organında özellikle de provake ovulasyon yapan domuz, deve, tavşan gibi hayvanlarda ovulasyonun erken oluşumu ve pasif sperma transportunu uyarıcı etkisi vardır. Örneğin develerde seminal plazmanın intramusküler olarak uygulanmasından 4 saat sonra periferel dolaşımında LH ve FSH hormonlarının preovulatör piki meydana gelir ve 30-48 saat sonra ovulasyon oluşur. Bu olayda seminal plazmanın aktivatör etkisi, içerdiği GnRH hormonundan gelmektedir. Devenin seminal plazması; dişi rat, tavşan ve kobayda FSH ve LH sekresyonunu önemli şekilde stimüle edebilmektedir (18,33).

Domuzlarda seminal plazmanın ovar-yuma etkisi yanında, miyometriyum üzerinde kontraksiyonları teşvik edici etkisi de vardır. Bu stimülasyon, spermanın dişi genital kanalında hareketleri kolaylaştırarak dölleme kabiliyetini artırıcı etki yapar. Seminal plazma proteinlerinin esas fonksiyonu kapasitasyonun zamanında oluşmasını sağlamaktır (6,8).

3. SEMİNAL PLAZMANIN YAPISI:

Genital kanaldaki çeşitli bezlerin salgılarından oluşan seminal plazma, bu bezlerin fonksiyonlarının göstergeleri olabilecek maddeler içerir. Seminal plazma proteinleri erkek genital organlarından epididimis, testisin seminiferöz tubülleri ve leydig hücrelerinden, vesikula seminalis ve prostat bezinden sentezlenmekte ve salınmaktadır (7).

Seminal plazmanın kompozisyonu; inorganik bileşikler, amino asitler, peptidler, düşük ve yüksek moleküler ağırlıklı proteinlerden oluşur. Bu maddeler türler arasında, ejakülasyonlar arasındaki süre ve hayvanın sağlığına göre değişimler göstermektedir. Bundan başka seminal plazmadaki doğal antioksidanlar ve diğer faydalı komponentler spermatozoonun fonksiyonları ve membran bütünlüğünün korunması için gerekli olan unsurlardır. Koç spermasında yapılan bir çalışmada seminal plazma uzaklaştırıldıktan sonra yüksek oranda sulandırılan spermatozoonun hızla öldüğü gözlemlenmiştir (1,2,21,26).

Seminal plazma; buffer'a benzer bir özelliktedir ve besleyici bir sulandırıcıdır, ayrıca spermatozoonun fertilesini muhafaza eder. Buffer ajanlar (örneğin: bikarbonat) seminal vezikül tarafından üretilir. Enerji substratlarından Fruktoz ve Sorbitol seminal vezikül, Gliserilfosforilkolin (GPC) ise epididimis tarafından üretilir. Fruktoz koç ve boğa spermasında yüksektir; domuz ve aygır spermasında ise düşük oranda bulunur. Düşük fruktozun, domuz ve aygır spermalarının dondurulma problemlerinin temel sebeplerin-

den biri olabilir. Seminal plazmanın pH'sı boğa ve koçlarda hafif asidik, domuz ve aygırlarda ise hafif alkaliktir. Osmotik basınç ise kanın osmotik basıncına benzer özelliktedir (7,25).

3.1. SEMİNAL PLAZMADA BULUNAN ÖNEMLİ ELEMENTLER VE DÜZEYLERİ:

ÇİNKO (Zn): Memeli spermasında total Zn içeriği yüksektir ve spermatogenesis için kritik bir rol üstlenir. Çinko, prostat bezinden salgılanan bir elementtir ve yetersizliği sekonder cinsiyet karakterlerinin gelişim bozukluğu ve hipogonadizm ile ilişkili olup, aynı zamanda seminifer tubullerin atrofisine sebep olabilir. Ayrıca spermatogenesis için zorunlu bir elementtir. Domuz spermasındaki yüksek Zn oranı ga-metleri çevresel zararlara karşı korumaktadır. (20,28).

Çinko; Testosteron ve GnRH içeren cinsiyet hormonlarının üretiminde gerekli olup, spermatozoada baş ve kuyruk bağlanması için ve aynı zamanda prostat bezinden salgılanan antibakteriyel içeriğin üretimi için de gereklidir. Testiküler büyüme ve gelişme için gerekli olan **Zn**, vücut büyüme ve gelişimi için gerekli olan miktardan daha fazladır. Çinko konsantrasyonu yaklaşık olarak domuz spermasında 171.74 ± 65.72 , aygırda 86.20 ± 45.88 , boğada 83.15 ± 61.61 , koç ta 60.46 ± 35.37 ve tilki de ise 13.09 mg/kg civarında bildirilmektedir. Çinko'nun antioksidan özelliğinden dolayı reaktif oksijenlerin oranını azaltarak fertilitiyi olumlu yönde etkiler (7,15,18,19).

BAKIR (Cu): Bakır karbonhidrat ve lipid metabolizması ile immun fonksiyonda oldukça etkilidir ve multiple fonksiyona sahiptir. Bakır immun sistemde olduğu gibi seminifer tubüllerde de toksik etkiye sahiptir. Bakırın toksik etkisi, malforme sperm oranında artış ve motil spermatozoa oranında azalma şeklinde ortaya konulmuştur (20).

Bakır konsantrasyonunun yaklaşık değeri koçlarda 2.49 ± 0.18 , boğada 1.64 ± 0.21 , domuzda 2.49 ± 0.28 , aygırlarda 0.86 , tilkilerde ise 2.16 ± 0.53 mg/kg seviyelerinde bildirilmiştir. Seminal plazmadaki Cu konsantrasyonu ile ejakulat volümü, spermatozoa motilitesi, ejakülattaki toplam progresif motil spermatozoa sayısı arasında pozitif korelasyon bulunmaktadır (17,18).

DEMİR (Fe): Demir; kan yapımına doğrudan katılım, değişik enzim aktiviteleri ve oksidasyon-redüksiyon işlemlerinde etkilidir. Eksikliğinde Fe bağlama aktivitesi ve demir bağlayan enzimlerin aktivitesini azaltmaktadır. Spermatozoanın *Fullerenol* ve *FeSO₄ / ascorbate* ile koinkübasyonu sonucunda antioksidan enzimlerin aktivitesi artmakta ve lipid peroxidasyon yükselişi engellenmektedir. Sminal Fe konsantrasyonu koçlarda 40.32 ± 10.81 , boğada 38.04 ± 22.07 , tilkide 33.16 ± 24.36 , domuzda 16.14 ± 10.35 ve aygırda 12.68 mg/kg seviyelerinde tesbit edilmiştir (18,20).

KURŞUN (Pb): Anormal sperm kromatin yapısı kan Pb konsantrasyonu ile ilişkili değilse de, sperma Pb konsantrasyonu yüksek olan erkeklerde sperm kromatin yapısının bozulduğuna dair bazı işaretler vardır. Kurşunun en yüksek konsantrasyonu koçlarda bulunmuş olup tilki, boğa, aygır ve domuzlarda ise düşük oranlarda saptanmıştır. Yoğun Pb elementine maruz kalma durumunda endokrin fonksiyonlar ve spermatogenesis baskı altına alınmaktadır. Kurşun konsant-rasyonu koç spermasında 0.35 ± 0.68 , tilkilerde 0.8 ± 0.06 , boğada 0.06 ± 0.04 , aygırda 0.05 ± 0.05 ve domuzlarda ise 0.02 ± 0.03 mg/kg oranlarında bildirilmektedir (18,19,20).

KADMİYUM (Cd): Kadmiyum, kurşuna göre reproduksiyon ve böbrekler üzerindeki etkileri açısından daha zararlıdır. Kadmiyum ovaryumda follüküler atreziye, uterus ödemine ve testiküler dejenerasyona sebep

olabilir. Seminal Cd konsantrasyonu tüm hayvanlarda düşük oranda bulunmaktadır (0.05-0.12 mg/kg). Kadmiyumun belirli dozlarda uygulanması sperm motilitesi ve progresif motiliteyi azaltmaktadır (18, 20).

NİKEL (Ni): Nikel; seminal vezikül, prostatik ve testiküler fonksiyonlar açısından zararlı olabilmektedir. Seminal nikel elementinin en yüksek seviyesi koçta 0.31 ± 0.19 , boğada 0.12 ± 0.07 , domuzda 0.06 ± 0.08 , tilkilerde 0.35 ± 0.24 ve aygır spermasında 0.20 ± 0.24 mg/kg olarak tesbit edilmiştir. Boğa spermasında yapılan çalışmalarda, Fe ve Zn; Ni ve ayrık kuyruk arasında; ayrık kuyruk ile dönmüş kuyruk arasında; dönmüş kuyruk ile total patolojik spermatozoon ve toplanmış kuyruk ile total patolojik spermatozoa arasında yüksek oranda pozitif bir korelasyon bildirilmektedir (18,19).

SELENYUM (Se): Spermada Se varlığı arttığında, Glutation Peroxidase (GSP) aktivitesi de artar. Bu artışa bağlı olarak reaktif oksijen radikalleri oranında azalma olur ve böylece erkeğin fertilitesinde bir artış sağlanmış olur (15,18).

KALSİYUM (Ca) : Kalsiyum, Mg, Na ve P gibi inorganik elementler spermatozoonların yaşam kabiliyeti üzerine etkilidirler. Bu mineraller spermatozoonların hücre membranlarının bütünlüğünü sağlarlar. Sperma-tozoonların yaşaması için elverişli olan osmotik basıncı sürdürmeye yardım ederler. Memelilerin spermatozoon motilitesi ile yakından ilişkilidirler. Boğa, teke, aygır, manda, domuz, deve ve insan seminal plazmasındaki yaklaşık kalsiyum düzeyi sırasıyla 22-40, 16.70, 57.5 ± 42 , 79.13 ± 19.48 , 7.49, 8.2 ± 0.1 ve 30 mg/100ml olarak tesbit edilmiştir. Spermatozoon motilitesinde meydana gelen azalmaya paralel olarak seminal plazmadaki Ca seviyesinin de düştüğü, fakat spermatozoonların içerdiği Ca seviyesinin yükseldiği belirtilmektedir. Koçların spermato-

zoon motilitesi ile spermatozoonların içerdiği Ca ve Mg miktarları arasındaki ilişkiye göre, spermatozoon motilitesi ile Ca miktarı arasında ters yönde bir ilişki varken, spermatozoon motilitesi ile Mg miktarı arasında doğru bir ilişkinin olduğu vurgulanmaktadır (3, 12, 17, 23).

MAGNEZYUM (Mg): Boğa, teke, aygır, manda, domuz ve insan seminal plazmasındaki yaklaşık Mg düzeyi sırasıyla 8 ± 0.3 , 3.5, 36.3 ± 19 , 5.31 ± 1.31 , 7.49 ve 10.32 mg/100ml olarak tespit edilmiştir. Aygırlarda yapılan çalışmalarda Ca ve Mg; Mg ve Cu; Mg ve Zn arasında sırasıyla 0.60; 0.051 ve 0.095 seviyelerinde bir korelasyon bulunmuştur (3,12).

FOSFOR (P): Seminal plazmadaki P konsantrasyonu ile spermatozoa yoğunluğu arasında da pozitif korelasyon bulunmaktadır. P:Ca oranı ile spermatozoa konsantrasyonu arasında pozitif korelasyon vardır. Develerde yapılan bir çalışmada seminal plazma P konsantrasyonu 2.9 ± 1.7 mg/dl olarak saptanmıştır (17,23).

SODYUM (Na): Boğa, teke, manda, domuz ve insan seminal plazmasındaki yaklaşık Na düzeyi sırasıyla 350.98 ± 25 , 176.05, 326.9 ± 57.29 , 466.23 ve 271.4 mg/100 ml olarak tesbit edilmiştir. Sodyum ve K miktarının ejakulat hacmi, spermatozoa motilitesi ve spermatozoa yoğunluğu ile önemli derecede ilişkili olduğu, spermatozoa motilitesi ile Na miktarı arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu vurgulanmaktadır (3, 12, 17, 23).

POTASYUM (K): Potasyum doğal bir metabolik inhibitör olup konsantrasyonundaki artış spermadaki metabolik aktiviteyi azaltır. Boğa, teke, manda, domuz ve insan seminal plazmasındaki yaklaşık K oranı sırasıyla 155-350, 184.26, 175.52 ± 20.84 , 202.07 ve 106.08 mg/100ml olarak bildirilmektedir (3, 12, 23).

Yapılan bir çalışmada (12), K miktarının ejakulat hacmi, spermatozoon motilitesi ve spermatozoon yoğunluğu ile önemli derecede ilişkili olduğu vurgulanmaktadır. Düşük motiliteli spermaların seminal plazmasında ortalama K miktarı, motilitesi yüksek olan spermaların seminal plazmasındaki miktardan daha yüksek bildirilmektedir.

3.2. SEMİNAL PLAZMA PROTEİNLERİ

Proteinler, spermatozoonlar için koruyucu bir örtü sağlamakla birlikte, dişi genital kanalında hücrelerin yaşam sürelerini de arttırarak, kapasitasyon ve fertilizasyon işleminde rol oynarlar. Araştırmalardan bildirildiğine göre motilite, anormal spermatozoa oranı, ölü spermatozoa oranı ve yoğunluk gibi özellikleri yüksek ve düşük olan boğalara ait seminal plazma proteinlerinin miktar ve tiplerinin farklı olduğu bulunmuştur (8).

Seminal plazmanın protein miktarı 3.5-5.0 g/dl arasında ve serum protein değerlerinden düşük seviyededir. Bu değer seminal plazmada yer alan protein benzeri bileşikler ile birlikte total protein içeriğini yansıtmaktadır. Boğa, koç, domuz, aygır ve tavşan seminal plazmasının protein içeriği büyük moleküler yapılar halindedir ve aminoasitlere parçalanma hızı insan spermasına göre daha yavaş bir şekilde gerçekleşmektedir. Seminal plazma, spermatozoaya zararlı bazı komponentler içerebilir ve motilitenin azalmasıyla membran hasarı şeklinde etkisini gösterir. Bu tip proteinler tavşan, boğa, koç, insan ve domuz spermalarından izole edilmişlerdir. Örneğin boğa seminal plazmasında bulunan 5.4 kDa'luk *Plazmin* basit bir proteindir ve sperm motilitesi, akrozom reaksiyonu ve fertilizasyon yeteneğini azaltarak etki göstermektedir (7).

Hayvan türleri arasında çeşitliliği ve miktarı bakımından farklılık gösteren seminal plazma proteinleri şöyle sıralanabilir:

1- Kalsiyum bağlayan proteinler: Seminal sıvıda kalsiyum iyonize, kompleks ve proteinlere bağlanmış halde bulunur. Kalsiyum bağlayan proteinler Calmo-dulin'e benzer. Calmodulin-Ca²⁺ kompleksi bazı enzimlere bağlanarak onları aktive etmek suretiyle etkisini gösterir (6,7).

2- Çinko bağlayan proteinler: Seminal plazmada çinko glikoproteinlere gevşek bir şekilde bağlanır. Spermaya ilave edilince çinko direkt olarak yapıdaki proteinlere bağlanır. Çinko bağlayan proteinlerin sentezinin Dihidrotestosteron ile arttığı prostat epitellerinde çinko birikimi olduğu bildirilmektedir. Seminal plazmadaki çinkonun spermatozoonların yapılarını, motilitelerini ve canlılıklarını etkilediği bilinmektedir (7).

3- Heparin bağlayan proteinler: Seminal plazma, spermatozoonun fertilizasyon yeteneğinde önemli bir rol oynamaktadır. Seminal sıvının proteinleri akrozom reaksiyonunun regülasyonunda, spermatozoonun yükselen kalsiyumunun düzenlenmesinde, spermatozoa kapasitasyonunun modülasyonunda ve aynı zamanda insanlarda prostat tümör markerlarında direkt olarak etkili olmaktadır (8,9,13,16, 24).

BSP-A1/A2; BSP-A3 ve BSP-30 kDa adlı proteinler sığır seminal plazmasında bulunan major proteinlerdir. Belirtilen bu 3 proteinin tamamı ejakülasyonda spermatozoona bağlanır ve bağlanma sperm membranının *Kolin fosfolipidleri* ile onların etkileşimi yoluyla olur. Bu proteinler aynı zamanda bir glikozaminoglikan olan *Heparini* bağlarlar. Heparin de boğa spermatozoasının kapasitasyonunu indükler. Bu proteinler (BSP) spermatozoon yüzeyindeki Heparin bağlayan alanların sayısını ve miktarını arttırmak

suretiyle heparinle indüklenmiş kapasitasyonu en üst seviyeye çıkarmaktadırlar. Aynı zamanda spermatozoon membranından kolesterol çıkışı artırarak kapasitasyonu kolaylaştırmaktadırlar. Çünkü spermatozoa membran kolesterolü, membrandaki geçiş ve stabilite olayında önemli rol oynar. Kolesterolün çıkışı membran yapısını değiştirebilir ve böylece kapasitasyona yol açmış olur (24).

Spermatozoa plazma membranında *fosfolipid bağlayan alanlar* bulunmaktadır. Bu proteinler hem kapasitasyon ve hem de Zona Pellucida'ya bağlanma olayının her ikisine de iştirak ederler. Boğa seminal plazmasındaki bu proteinlerin ölçülmesi, boğalar arasında fertilitite farklılıklarının önceden belirlenme-sinde önemlilik arzeder (16).

4- Laktoferrin ve Transferin : Laktoferrin spermatozoonları kaplayarak onlara antijenik özellik kazandıran bir proteindir. Spermada 50-100 mg/dl oranında bulunur. Laktoferrin demir bağlama kapasitesi yönünden Transferine benzer. Her iki protein de iki demir atomu bağlar. Spermadaki Transferin ise muhtemelen kan serumundan geçmektedir ve seminal plazmada 5-10 mg/dl civarında bulunur (7).

5- CRISP Proteinleri (Cystein Rich Secretory Proteins): (Fertiline ve CRISP) Spermatozoon ve yumurta hücresinin birleşmesi testis kökenli integral proteinler ve dişi genital kanalındaki proteinlerin ortak etkileşimi ile olur. Bu grupta şimdiye kadar en iyi açıklananlar Fertiline ve CRISP'dir. Fertiline'ler çok iyi korunan spermatozoa proteinleridir. Testiste oluşturulurlar ve vitellin membran integrinleri ile interaksiyon yaparlar. CRISP proteinleri şimdiye kadar sadece fare, kobay, insan ve aygır genital kanalından izole edilmiştir ve aygırlarda seminal plazmanın dominant proteini olup, fonksiyonel muayeneler için yeterli miktarda izole edilebilirler (7,9).

6- Hormonlar: Androgenler, Östrojenler, Folikül salgılatıcı hormon (FSH), Luteinleştirici hormon (LH), Prostaglandinler (PG), Growth hormon (GH), Prolaktin, İnsulin, Glukagon, Relaksin, Troid Salgılatıcı Hormon (TSH), İnsan Koriyonik Gonadotropini (hCG) ve Enkefalinler seminal plazmada belirlenmiş hormonlardır (7).

Seminal plazmanın steroid hormon ve PG içeriği Leydig Hücreleri, Epididimis, Prostat, Seminal vezikül ve spermatozoonların aktivitesinin bir sonucudur. Spermatozoonun içerdiği Siklooksijenaz (boğa) ve Aromataz (rat ve ayı) direkt olarak seminal plazmadaki östrojen ve PG seviyelerini etkileyebilir. Boğalarda PGE₁ ve E₂'nin seviyeleri saf spermada yaklaşık 400 µg/ml olarak bildirilirken, PGF'nin seviyesi 0.5 ng/ml'nin altındadır. Koçlarda ise spermada PGE seviyeleri sezonun dışında ya da içinde olma durumuna göre değişim göstermektedir. Sezonda seviye 35 µg/ml iken, sezon dışında 7.5 µg/ml dir (27).

7- Enzimler: Seminal plazmada birçok enzim bulunmaktadır. Bu enzimlerin bir kısmı orijinlerini eklenti cinsiyet bezlerinden almakla birlikte bazı enzimler spermatozoadan salgılanmaktadır. Enzimler; sperma kalitesi, spermatozoa metabolizması ve spermatozoonların donmaya karşı toleranslarını tayin etmeye yararlar. Ayrıca seminal plazmadaki enzim miktarları spermatozoon hücre zarının belirleyicisi olarak kullanılabilir. Hücre zarı ve artan membran geçirgenliği, sulandırma ve dondurmaya takiben motilite ve viabilitede ilerleyici bir kayıp olduğunu ve sperm hücre enzimlerinin seminal plazmaya geçtiğini gösterir. Enzimler spermatozoonun metabolik aktivitelerinin yanı sıra eklenti cinsiyet bezlerinin fonksiyonel durumu hakkında da bilgi verir (29).

Seminal plazmada başlıca Transaminazlar, Fosfatazlar ve Dehidrojenaz enzimleri

bulunmaktadır. Bunlardan özellikle Laktat dehidrojenaz spermatozoanın depolanması, donmaya karşı yatkınlığı ve metabolik aktivitesinde önemli bir role sahiptir. Dehidrojenaz aktivitesi ise spermatozoa motilitesi ve canlı spermatozoon konsantrasyonu arasında pozitif bir korelasyon vardır. Seminal plazmadaki Aspartat aminotransferaz (AAT), spermatozoa kalitesi, membran bütünlüğü ve spermatozoa fertilizasyon yeteneği ile ilişkilidir (7,8,29).

LDH, spermatozoanın sitosol ve mitokondriasında lokalize olmuştur, glikolizis için hücrenin cevabını oluşturur ve laktata karşı piruvatın azalmasını ifade eder. Sperm hücrelerinde LDH sentezi erken spermatogenesisde başlar ve içeriği epididimal geçiş oluncaya kadar değişmeden kalır (6, 14).

8- Aminoasitler ve Poliaminler: Seminal plazmada 1.257 g/dl civarında total aminoasit vardır. Bu serbest aminoasitlerin 0.279 gr'ı *Glutamik asittir*. Hipotaurin de seminal plazmanın aminoasitidir. *Spermin*, *Spermidin* ve *Putrescine* ise poliaminlerdir. Spermin, lipid peroksidasyonlarına karşı koruyucudur, proakrosinin akrosine dönüşümünü inhibe eder ve bakteriyostatik etkiye sahiptir (14,23).

3.3. SEMİNAL PLAZMADA SİTOKİNLERİN VARLIĞI: Boğa spermasında *İnterleukinler (IL)* olarak da adlandırılan değişik sitokinlerin varlığı bildirilmektedir. Bunlar IL-6, IL-10 ve Tumor Necrosis Factor alfa (TNF-alfa)'dır. *Enzimimmuno assay* ile yapılan analizlerde boğaların sperma kaliteleri ile sitokin seviyeleri arasındaki ilişki belirlenebilmektedir. IL-10 seviyesi ile spermatozoonun motilitesi arasında direkt önemli bir korelasyon saptanmıştır. IL-6 ve IL-10 seviyeleri arasında zıt yönlü bir ilişki vardır, aynı şekilde IL-6 ve TNF α arasında da ters yönlü ilişki vardır. Sonuç olarak, boğa

spermasında insan spermasında tanımlandığı gibi sitokinler varolduğu saptanmıştır (32).

4. SEMİNAL PLAZMA ELDE EDİLMESİ:

Seminal plazmayı ayırırken amaç sadece plazma elde etmekse yüksek devirde uzun süreli santrifüjün sakıncası yoktur. Ancak, aynı zamanda spermatozoonların zarar görmesi istenmiyorsa 600 g'lık bir gravitasyon gücü uygundur. 800 g'lık bir gravitasyon gücü ile 20 dakikalık santrifüj spermatozoonlarda hasar belirtileri ortaya çıkarmaktadır. Elde edilen seminal plazma kullanım durumuna göre -20 ya da -80⁰C'de muhafaza edilmekte ve sonra kullanılmaktadır. Seminal plazmanın iyon seviyelerinin ölçümünde çoğunlukla Atomik Absorbsiyon Spektrometre, Flame Atomik Absorbsiyon Spektrometre (FAAS) ve Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) kullanılırken, seminal plazma proteinlerinin tanı ve ölçümünde ise Elektroferez Yöntemi ve RIA_s (Radioimmunoassays) kullanılmaktadır (3,8,24,28).

5. SPERMA DONDURULMASI ÜZERİNE SEMİNAL PLAZMANIN ETKİLERİ:

Seminal plazma dondurma işlemi sırasında spermatozoon membranını koruyan bazı komponentler içerir. Seminal plazmanın içerdiği bu komponentler spermanın dondurulabilirliği üzerinde belirleyici bir etken olabilmektedir. Özellikle aygır spermasında dondurma öncesi yapılan santrifüjle seminal plazmanın uzaklaştırılmasının ve yüksek oranlarda sulandırma yapmanın sonraki aşama için daha faydalı olduğu görüşü benimsenmektedir. Spermatozoa motilitesi üzerinde seminal plazmanın zararlı etkisi, içermiş olduğu ısıyla değişebilen substanslar (örneğin: proteinler) sebebiyle olabilir. Ancak sulandırma işlemiyle bu substansların etkileri en aza indirilmektedir (4, 22, 25).

Seminal plazma ile spermatozoa aktivasyonunun sebebi, cinsiyet bezlerinin salgılandığı özel substansların varlığına bağlı olarak meydana gelir. Spermatozoa dondurulmasında kolesterol çıkışı soğuk şokuna karşı direncin azalmasına yol açabilir. Spermatozoon membranındaki BSP proteinleri ile uyarılmış değişiklikler, dondurma işleminin başarısını ve donma yeteneğini etkileyebilir (21,24).

Bilindiği gibi spermatozoonlar dondurma işlemi sırasında özellikle membran kısımlarından hasara uğrar. Membran hasarı ile AAT, GDP ve LDH salınımı arasında pozitif bir korelasyon vardır. Bildirildiğine göre spermatozoadaki biyokimyasal değişiklikler somatik hücrelerdeki apoptosise benzer bir olaydır (14).

Memeli sperm hücrelerinde bulunan *Glutathione* (GSH), *Glutathione peroxidase* (GSP) ve *Glutathione reductase* (GPD) dondurma zararından korunma sisteminin anahtar komponentleridir. Ayrıca *katalaz*, *GSH*, *taurine*, *süper oksit dismütaz (SOD)* ve diğer *antioksidanlar* spermatozoa motilitesinin muhafazasına yardımcı olurlar. Sperm motilitesi ile glutathione peroxidase (GSP) arasında pozitif korelasyon, immotil spermatozoa ile GSP arasında ise negatif korelasyon mevcuttur (5, 10, 31).

Boğa ve koçta seminal plazma, spermatozoa motilitesinin ve spermatozoa viabilitesinin korunması için, domuz spermasında ise soğuk şoku hasarına karşı direncin artışında önemli bir etkiye sahiptir. Seminal plazma spermatozoanın prematüre kapasitesiyonunu engeller ve peroksidatif zarardan spermatozoayı korur. *Asidic bovine seminal plasma proteini (aSFP)*, *Clustrein*, *Spots 3* ve *Spots 11* proteinlerinin varlığı sperma dondurulabilirliğini olumlu, *Protein 25* ise olumsuz etkilemektedir. (6,13).

Sonuç olarak bu derlemede; evcil hayvanlarda seminal plazmanın fiziko-kimyasal yapısı ve üreme fonksiyonları üzerine etkileri hakkındaki yeni literatürlerin incelenmesi sonucunda güncel bilgiler derlenmiştir. Özellikle seminal plazmada önemli olduğu bilinen elementlerin ve diğer biyokimyasal unsurların varlığına dikkat çekilerek bunların fonksiyonel etkileri konusunda güncel bilgiler sunulmuştur. Sunulan derleme ile konuya ilgi duyan ve konu üzerinde araştırma yapmak isteyen araştırmacılar için bir kaynak yaratıldığı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR:

1. **Anonim** (2005) *Epididymis, Ejaculation, Ejaculation*. www.wisc.edu/ansci_repro/lec/handouts/hd6.html.
2. **Anonim** (2005) *The epididymis and Ejaculation*. www.wisc.edu/ansci_repro/lec/handouts/hd6.html.
3. **Barrier-Battut I, Delajarraud H, Legrand E, Buyas JF, Fieni F, Tainturier D, Thorin C, Pouliquen H** (2002) *Calcium, magnesium, copper and zinc in seminal plasma of fertile stallions and their relationship with semen freezability*. *Theriogenology*, 58: 229-232.
4. **Beyersdorf S** (1998) *The influence of seminal plasma on spermatological motility in bulls*. München, Univ., Diss., <http://library.vetmed.fu-berlin.de/diss-abstracts/103309.html>.
5. **Carver DA, Ball BA** (2002) *Lipase activity in stallion seminal plasma and the effect of lipase on stallion spermatozoa during storage at 5°C*. *Theriogenology*, 58 (8): 1587-1595.
6. **Diamandis EP, Arnett WP, Foussias G, Pappas H, Ghandi S, Melegos DN, Mullen B, Yu H, Srigley J, Jarvi K** (1999) *Seminal plasma biochemical markers and their association with semen analysis findings*. *Urology*, 53: 596-603.
7. **Duru Ö** (2001) *Seminal Plazma Protein Elektroforezi ve Veteriner Hekimlikteki Kullanım Alanları*. Seminer, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
8. **Duru Ö, Karagül H** (2004) *Boğalarda seminal plazma proteinleri ile sperm kalitesi arasındaki ilişkiler*. II. Ulusal Veteriner Biyokimya ve Klinik Biyokimya Kongresi, 9-11 Eylül, Elazığ/ Türkiye.
9. **Flowers WL** (2001) *Relationships between seminal plasma proteins and boar fertility*. Colge of Agriculture and Life Sciences, Department of Animal Science, Annual Swine Report.

10. Foote RH, Brockett CC, Kaproth MT (2002) *Motility and fertility of bull sperm in whole milk extender containing antioxidants*. Animal Reproduction Science, 71: 13-23.
11. Günay Ü, Polat Ü, Soylu MK, Kil F (2003) *Alman çoban köpeklerinin seminal plazmalarındaki bazı biyokimyasal parametrelerin saptanması*. Turkish Journal of Veterinary Animal Science, 27: 983-986.
12. Gür S, Demirci E (2000) *Holştayn boğaların seminal plazmasındaki kalsiyum, magnezyum, sodyum ve potasyum düzeylerinin spermatojik özellikler üzerine etkisi*. Turkish Journal of Veterinary Animal Science, 24: 275-281.
13. Jobim MIM, Oberst ER, Salbego CG, Souza DO, Wald VB, Tramontina F, Mattos RC (2004) *Two-dimensional polyacrylamide gel electrophoresis of bovine seminal plasma proteins and their relation with semen freezability*. Theriogenology, 61: 255-266.
14. Kaya A, Aksoy M, Tekeli T (2002) *Influence of Ejaculation Frequency on sperm characteristics, ionic composition and enzymatic activity of seminal plasma in rams*. Small Ruminant Research, 44: 153-158.
15. Kendall NR, McMullen S, Gren A, Rodway RG (2000) *The effect of a zinc, cobalt and selenium soluble glass bolus on trace element status and semen quality of ram lambs*. Animal Reproduction Science, 62: 277-283.
16. La Falci VSN, Tortorella H, Rodrigues JL, Brandelli A (2002) *Seasonal variation of goat seminal plasma proteins*. Theriogenology, 57: 1035-1048.
17. Machal L, Chladek G, Strakova E (2002) *Copper, phosphorus and calcium in bovine blood and seminal plasma in relation to semen quality*. Journal of Animal and Feed Sciences, 11: 437-451
18. Massanyi P, Toman R, Trandzik J, Nad P, Skalicka M, Korenekova B (2004) *Concentration of copper, zinc, iron, cadmium, lead and nickel in bull, ram, boar, stallion and fox semen*. Trace Elements and Electrolytes, 21 (1): 50-54.
19. Massanyi P, Trandzik J, Nad P, Korenekova B, Skalicka M, Toman R, Lukac N, Halo M, Strapak P (2004) *Concentration of Copper, Iron, Zinc, Cadmium, Lead, and Nickel in Bull and Ram Semen and Relation to the Occurrence of Pathological Spermatozoa*. Journal of Environmental Science and Health , 39(11-12):3005-14.
20. Massanyi P, Trandzik J, Nad P, Toman R, Skalicka M, Korenekova B (2003) *Seminal concentrations of trace elements in various animals and their correlations*. Assian Journal Andrology, 5: 101-104.
21. Maxwell WMC, Johnson LA (1999) *Physiology of spermatozoa at high dilution rates: the influence of seminal plasma*. Theriogenology, 52: 1352-1362.
22. Moore AI, Squires EL, Graham JK (2004) *Effect of seminal plasma on the cryopreservation of equine spermatozoa*. In Press, Corrected Prof, Theriogenology, (article in pres)
23. Mosaferi S, Niasari-Naslaji A, Abarghani A, Gharahdaghi AA, Gerami A (2004) *Biophysical and biochemical characteristics of bactrian camel semen collected by artificial vagina*. Theriogenology, 63 (1): 92-101.
24. Nauc V, Manjunath P (2000) *Radioimmunoassays for bull seminal plasma proteins (BSP-A₁/A₂, BSP-A₃ and BSP-30 kilodaltons) and their quantification in seminal plasma and sperm*. Biology of Reproduction, 63: 1058-1066.
25. Rigby SL, Brinsko SP, Cochran M, Blanchard TL, Love CC, Varner DD (2001) *Advances in cooled semen Technologies: seminal plasma and semen extender*. Animal Reproduction Science, 68:171-180.
26. Rossi T, Mazzilli F, Sarandrea N, Rapone S, Dondero F (1997) *The application of the differential pH method to the biochemical evaluation of seminal plasma*, Clinical Biochemistry, 30(2):143-148.
27. Shore L, Yehuda R, Marcus S, Bartoov B, Shemesh M (2003) *Effect of hCG injection on prostaglandin E concentrations in ram seminal plasma* Prostaglandins and Other Lipid Mediators, 70:291-301.
28. Sorensen MB, Bergdahl IA, Hjollund NH, Bonde JP, Stoltenberg M, Ernst E (1999) *Zinc, magnesium and calcium in human seminal plasma fluid: relations to other semen parameters and fertility*. Molecular Human Reproduction, 5 (4): 331-337.
29. Strzezek J, Ciereszko A (1987) *Heterogeneity of Aspartate aminotransferase (AAT) in bull semen*. Comparative Biochemistry and Physiology, 86B (2): 373-375.
30. Tedeschi G, Oungre E, Mortarino M, Negri A, Maffeo G, Ronchi S (2000) *Purification and primary structure of a new bovine spermadhesin*. European Journal of Biochemistry, 267: 6175-6179.
31. Vaisberg CN, Jelezarsky LV, Dishlianova B, Chaushev TA (2005) *Activity, substrate detection and immunolocalization of glutathione peroxidase (GPx) in bovine reproductive organs and semen*. In Press, Corrected Prof, Theriogenology, (article in pres).
32. Vera O, Vasquez LA, Munoz MG (2003) *Semen quality and presence of cytokines in seminal fluid of bull ejaculates*. Theriogenology, 60: 553-558.
33. Zhao XX, Li XL, Chen BX (2001) *Isolation of ovulation-inducing factors in the seminal plasma of Bactrian Camel (Camelus bactrianus) by DEAE-cellulose chromatography*. Reproduction in Domestic Animals, 36: 177-181.

PARAMETRELER	Aygır		Boğa		Koç		Domuz		İnsan	
	Ortalama	Min-Mak	Ortalama	Min-Mak	Ortalama	Min-Mak	Ortalama	Min-Mak	Ortalama	Min-Mak
Ejakülat hacmi (ml)	70	30-300	4.0	2-10	1.0	0.7-2	250	150-500	3.5	2-6
Kuru Ağırlık (gr/100 ml)	2.4	-	9.5	-	14.2	-	4.6	2.2-6.2	8.2	5.6-10.9
Klor (mg/100 ml)	264	84-433	371	309-433	87	-	328	258-428	155	100-203
Sodyum (mg/100 ml)	68	28-83	109	57-201	103	-	646	280-837	281	240-319
Potasyum (mg/100 ml)	62	-	288	150-415	71	-	243	83-382	89	66-107
Kalsiyum (mg/100 ml)	20	-	34	24-45	9	-	5	2-6	25	21-28
Magnezyum (mg/100 ml)	3	-	12	-	3	-	11	5-14	14	-
İnorganik fosfor (mg/100 ml)	17	-	9	-	12	-	2	-	11	-
Toplam azot (mg/100 ml)	167	-	756	-	875	-	613	334-765	913	560-1225
Proteinsiz azot (mg/100 ml)	55	-	48	-	57	-	22	-	75	53-107
Üre (mg/100 ml)	3	-	4	-	44	-	5	-	72	-
Ürik asit (mg/100 ml)	-	-	2.5	0.8-4.4	6	-	3	-	6	-
Amonyak (mg/100 ml)	1.3	0.3-2.4	2	-	2	-	1.5	0.5-2	2	-
Fruktoz (mg/100 ml)	1.5	0.9-4.5	540	280-520	247	-	12	3-48	224	91-520
Laktik asit (mg/100 ml)	12	9-15	29	15-43	36	-	27	-	35	20-50
Sitrik asit (mg/100 ml)	50	30-110	720	340-1150	137	-	129	36-325	376	96-1430
Toplam fosfor (mg/100 ml)	17	12-28	82	-	357	-	66	-	112	-
Asitte eriyen fosfor (mg/100 ml)	14	11-22	33	-	171	-	24	-	57	27.5-93.5
Yağ fosforları (mg/100 ml)	-	-	9	-	29	-	6	-	6	-
Gliserilfosforilkolin (mg/100 ml)	38.113	-	350	110-496	1650	1000-2100	171	170-240	70	50-100
Fosforilkolin (mg/100 ml)	0 veya iz	-	iz	-	iz	-	O veya iz	-	-	70.2-0.00
Ergotionin (mg/100 ml)	-	-	0 veya iz	-	O veya iz	-	-	-	1	0-2
İnositol (mg/100 ml)	31	19-47	35	25-46	12	7-16	532	382-625	35	24-56
Sorbitol (mg/100 ml)	40	20-60	73	10-136	72	26-120	12	6-18	10	-
Askorbik asit (mg/100 ml)	-	-	6	3-8	5	2-8	-	-	13	11-14
Kreatin (mg/100 ml)	3	-	3	-	2	-	-	-	17	-
Kreatinin (mg/100 ml)	9	-	12	-	-	-	-	-	-	-
Karbondioksit (cc/100 cc)	24	-	16	-	16	-	50	-	-	41-60

Tablo. Farklı Türdeki Çiftlik Hayvanları ve İnsanda Sperma ve Seminal Plazmanın Fiziko-Kimyasal Bileşimi (7, 20)

