



Derleme (Review)

Cilt 2 - Sayı 4: 224-229 / Ekim 2019

(Volume 2 - Issue 4: 224-229 / October 2019)

ÇİFTLİK HAYVANLARINDA ÜREME ÜZERİNE ETKİLİ ENZİMLER

Neslihan GÜVEN^{1*}, Ömer KAYA¹, Ercan SOYDAN¹

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

Gönderi: 18 Nisan 2019; **Kabul:** 23 Eylül 2019; **Yayınlanma:** 01 Ekim 2019

(Received: April 18, 2019; **Accepted:** September 23, 2019; **Published:** October 01, 2019)

Özet

Bu çalışma bazı çiftlik hayvanlarında üreme üzerine etkili olan enzimleri belirlemek amacıyla yapılmıştır. Hayvan türleri olarak sığır, koyun, tavuk ve balıkta yapılmış çalışmalar incelenmiştir. Farklı sığır ırklarından holştayn, simental, montofon ve bunun dışında balık türü olarak çipura (*Sparus aurata L.*) üzerine yapılan araştırmalara değinilmiştir. Sığırlarda Glutasyon S-transferaz ve uterin arginaz, koyunlarda sorbitol dehidrojenaz ve aldoz redüktaz, tavuklarda Glutasyon peroksidaz, çipurada aromatazin üreme ve üreme performansı üzerine etkileri araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Üreme, Enzim, Arginaz, Aldoz redüktaz, Sorbitol dehidrojenaz, Glutasyon S-transferaz


The Enzymes That Affect the Reproduction in Certain Farm Animals


Abstract: The study was carried out to determine the enzymes that affect the reproduction in certain farm animals. Studies of cattle, sheep, chicken and fish as animal species were examined. Researches of holstein, simmental and montofon from different cattle breeds, in addition, as fish specie sea bream (*Sparus aurata L.*) were mentioned. The levels of Glutathione S-transferase and uterine arginase in cattle, sorbitol dehydrogenase and aldose reductase in sheep, Glutathione peroxidase in chicken and aromatase in sea bream effect on reproduction and reproductive performance were researched.


Keywords: Reproduction, Enzyme, Arginase, Aldose reductase, Sorbitol dehydrogenase, Glutathione S-transferase

***Corresponding author:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

E mail: neslihangvnn@gmail.com (N. GÜVEN)

Neslihan GÜVEN  <https://orcid.org/0000-0002-7593-5535>

Ömer KAYA  <https://orcid.org/0000-0003-1634-4046>

Ercan SOYDAN  <https://orcid.org/0000-0003-1634-4046>

Cite as: Güven N, Kaya Ö, Soydan E. 2019. The enzymes that affect the reproduction in certain farm animals. BSJ Agri, 2(4): 224-229.

1. Giriş

Çiftlik hayvanlarında üreme performansını etkileyen birtakım enzimler hakkında bilgi verilmiştir. Bunların bazıları; sığırdaki arginaz, koyunda aldoz redüktaz, sorbitol dehidrojenaz, Glutasyon S-transferaz, tavukta

Glutasyon peroksidaz, çipurada (*Sparus aurata L.*) aromatazdir. Sığırdaki arginazın belirli dokularda sentezlenmesi sonucu bazı hayvanlarda uterus çapı üzerine etkisi olduğu görülmüştür. Glutasyon S-transferazın ise farklı ağır metallerin konsantrasyonu

sonucunda sperm kapasitesini etkilediği görülmüştür. Aldoz redüktaz enzimi ve sorbitol dehidrogenaz enziminin testislerde belirli oranlarda bulunduğu tespit edilmiştir (Tanimoto ve ark., 1998). Selenyum esansiyel önemli bir elementtir ve kanatlıların bu elementten faydalanmaları için yem katkı beslenmeleri gerekmektedir. Selenyumun eksikliğinde kanatlılarda üreme faaliyetleri olumsuz yönde etkilenmektedir. Selenyum hücre zarını oksidasyon zararlarından koruyan başta glutatyon peroksidaz olmak üzere birçok enzimin ögesidir. Testosteron aromatazın doğal substratı olması nedeniyle deneylerde DBFOD (dibenzilfloresin o-debenzilaz) aktivitesi üzerine testosteronun etkisi incelenmiştir. Testosteronun çok düşük konsantrasyonlarda dahi DBFOD (dibenzilfloresin o-debenzilaz) aktivitesi üzerine yarışmalı inhibisyon gösterdiği görülmüştür.

2. Sığırdaki Arginaz

Memelilerde, karaciğer, üre döngüsünün tam olarak şekillendiği organdır (Greenberg, 1960). Karaciğerdeki üre döngüsünde yüksek oranlarda arginin sentezi oluşur. Bir substrat olan L-argininin, nitrik oksit sentaz (NOS) enzimi tarafından, penis ereksiyonu ve klitoris uyarımı için başlıca aracı olan nitrik okside (Yüksel, Kandemir et al. 2012), arginaz tarafından ise üre ve ornitine hidrolize edilir ve bu iki yolun yarışma halinde olduğu belirtilmiştir (Ireland ve ark., 1980; Cook ve ark., 1994). Ornitin daha sonra spermidin, spermin ve putrescin gibi poliaminlerin sentezini destekler (Kocna ve ark., 1996). Bu poliaminlerin de hücre büyümesi, hücre proliferasyonu ve farklılaşması olaylarında önemli bir rol alabileceği düşünülmektedir. Arginazın karaciğer dışındaki dokularda bulunmasının, bu dokuların arginaz üre sentezi dışında başka bir amaca yönelik olarak kullandığını göstermektedir. Yapılan bir çalışmada inek üreme sisteminin hemen hemen tamamında farklı aktivite oranlarıyla arginaz enzimi saptanmıştır (Razmi ve ark., 2005). Arginaz aktivitesi bulguları dişi tavşan genital organları (Wilson, 2003) ve fare uterusunda (Yu ve ark., 2003) da tespit edilmiş ve düşük miktarlarda arginaz inhibitörü verilmesinin erkek ve dişi tavşanda genital organlara kan akımının artmasıyla sonuçlandığı bulgularına varılmıştır (Wilson, 2003). Nitrik oksit (NO) rat uterusu tarafından da sentezlenir ve üretimi progesteron hormonu tarafından düzenlenir (Yallampalli ve Dongy, 2000). NOS varlığı insan klitoral korpus kaverosumu (Burnett, 1997) ve vajinasında (Hoyle ve ark., 1996) tespit edilmiştir. Arginaz da bu dokular içerisinde oluşur ve dişilerde arginazın inhibisyonu düz kasların gevşemesini ve seksüel uyarımı artırır (Cama, 2003). Arginaz enzim aktivitesi, inek üreme sisteminde, vestibulum vajinada en yüksek olarak tespit edilmiş ve nedeni olarak da bu bölgede hücre bölünmesi, proliferasyonu ve farklılaşmasının yüksek oranda şekillenmesine bağlanmıştır (Razmi ve ark., 2005). Arginaz enzim aktivitesi, uterusun östrojen etkisi altında

olduğu, hücre proliferasyonu oranının diğer evrelere göre yüksek oranda şekillendiği östrüs döneminde (0.68 ± 0.23 U/mg protein) en yüksek oranda bulunmuştur. Ancak proöstrüs (0.56 ± 0.19 U/mg protein), metöstrüs (0.59 ± 0.21 U/mg protein) ve diöstrüs (0.50 ± 0.12 U/mg protein) evresi arginaz aktivitesi seviyelerinden yüksek olan bu değerler istatistiksel olarak anlamlı olmadığı saptanmıştır. Proliferasyonu oranının yüksek olduğu östrüs evresinde arginaz seviyesinin yüksek olmasının, poliaminlerin sentezindeki rolünden kaynaklandığı düşünülmektedir.

3. Sığırdaki Glutatyon S-Transferaz

Glutatyon S-transferazlar (GST) karsinogen ve mutajenleri içeren çeşitli hidrofobik ve elektrofilik substratların glutatyonun tiyol (-SH) grubu ile konjugasyonunu sağlayan çok işlevli bir enzim grubudur. GST'ler elektrofilik substratlar üzerine GSH'nin nükleofilik atağını katalizleyerek, GSH'nin SH grubu ile ilgili bileşiklerin elektrofilik bölgelerini nötralize ederek bunların hücre makromoleküller üzerine olan reaktivitelerini azaltmaktadırlar. GST'ler bitki, hayvan ve bakterileri kapsayan hemen tüm canlı türlerinde bulunmaktadır. GST'nin peroksidaz aktivitesi selenyum bağımlı değildir, fakat glutatyon (GSH) gereksinim duymaktadır. Küçük bir mikrozomal GST ailesi ve GST kappa olarak tanımlanan mitokondriyal bir GST dışında GST'lerin büyük kısmı çözünebilir enzimlerdir. Farklı GST formları çeşitli kaynaklardan saflaştırılmış ve karakterize edilmiştir. GST enzimleri primer yapılarına, substrat spesifitelerine, kimyasal afinitelerine, aminoasit dizinlerine ve kinetik davranışlarına göre 8 sınıfta gruplandırılırlar: alfa (α), mü (μ), pi (π), sigma (σ), teta (θ), kappa (κ), zeta (δ) ve omega (ω).

GST'nin katalizlediği tepkime iki basamak halinde yürümektedir. Birinci basamakta hidroksillenmiş GSH'nin üretimi ile peroksit alkole enzimatik olarak indirgenir. İkinci basamakta kendiliğinden tepkimeyle hidroksillenmiş GSH, bir molekül GSH ile sonuçta GSSG ve su açığa çıkartmaktadır. Çok sayıda kimyasal GST'ler için substrat olabilmektedirler. Bunun nedeni non-spesifik hidrofobik substrat bağlanma bölgesinin varlığı ve çok sayıda izoenzimin bulunmasıdır. Böylece GST karsinogenik bileşikler, çevresel kirleticiler, ilaçları ve diğer birçok bileşimi substrat olarak kullanmaktadır. Substratların elektrofilik fonksiyonel merkezleri karbon, nitrojen veya sülfür olabilmektedir. Elektrofilik bileşik ve GSH'nin sistein rezidüsü arasında GST tarafından katalizlenen tiyoeter bağının oluşumu genellikle suda daha çok çözünebilir ve daha az reaktif olan ürünler oluşturur. Bu nedenle GST reaksiyonları genellikle detoksifikasyon reaksiyonlarıdır.

Enzimin fonksiyonu proteinin aktif merkezinde hem GSH hem de elektrofilik substratın bağlanması ile GSH ile substratın yaklaşmasını sağlamak ve GSH üzerindeki sülfüridril grubunu aktive ederek elektrofilik substrat

üzerine GSH'nin nükleofilik atağını sağlamakla görevlidir. Glutasyon S-transferazlar suda çözünen ve idrarla atılan merkaptürik asit (Nasetilsistein) biyosentezinin başlangıç reaksiyonlarına aracılık etmektedirler. Merkaptürik asit biyosentezi başlangıçta GSH konjugatı ile başlayan ve sonra γ - glutamil transpedidaz tarafından glutamik asitin uzaklaştırılması ile sonuçlanan, sisteinil-glisin konjugatının oluşumu ile devam eden birkaç basamaktan oluşmaktadır. Bu reaksiyonu glisinin uzaklaştırılması ile sisteinil S-konjugatının yani pre-merkaptürik asitin oluşumu izler. N-asetiltransferazlar tarafından sisteinil S-konjugatının asetilasyonu-merkaptürik asit oluşumu ile sonuçlanır. Son 20 yıl süresince plasenta içerisinde ksenobiyotiklerin biyotransformasyonunun nasıl gerçekleştiği üzerine bir takım kabul edilebilir teoriler geliştirilmiştir. Bir metabolik bariyerin yabancı yapıları fetusa ulaşmadan engellediği ya da toksik metabolitler için basit bir enzim sistemi bulunduğu düşünülmektedir. Bu sistem içerisinde P-450 enzim grubu ve diğer monooksijenazlar yanında GST yer almaktadır. Dolayısıyla GST'lerin çeşitli özellikleri ve özgülüğünün saptanması büyük önem taşınmaktadır.

4. Sığır ve Koyunda Aldoz Redüktaz ve Sorbitol Dehidrogenaz

4.1. Aldoz Redüktaz (AR)

Aldo-keto oksidoredüktaz ailesinin bir üyesidir. AR enzimi, indirgenmiş formdaki NADPH kofaktörünü kullanarak, substrattaki aldehit grubunun redüksiyonundan sorumlu, polioliol yolağının ilk ve hız kısıtlayıcı enzimi olup (Hers, 1956) substrattaki karbonil gruplarının redüksiyonunu katalizlemektedir (Kador ve ark., 1987; Takahashi ve ark., 1993; Del Corso ve ark., 2000). AR enzimi, diyabetik komplikasyonların patogeneğinde önemli rol oynamaktadır (Yabe-Nishimura, 1998).

Sıçan ve insan AR'ı, aminoasit dizilişleri bakımından yüksek benzerlik göstermektedir (Carper et al., 1987; Nishimura ve ark., 1990; Pailhoux ve ark., 1990; Fabre ve ark., 1994). Biyokimyasal ve immünohistokimyasal incelemeler, insan ve sıçan böbreğinde AR dağılımının benzer olduğunu göstermiştir (Terubayashi ve ark. 1989). AR enziminin mRNA'sının sıçan böbrek medullasında, kortekse kıyasla daha fazla eksprese olduğu gösterilmiştir (Nishimura ve ark. 1988).

Aldehit redüktaz, AR gibi beyin, böbrek, karaciğer, lens ve iskelet kasından izole edilmiştir (Tabakoff ve Erwin, 1970, Flynn ve ark. 1975). Ancak, lens dokusunda AR'ın konsantrasyonu yüksek, ALR1'in konsantrasyonu düşüktür. Sıçan lensinde, redüktaz ailesi enzimlerinden ağırlıklı olarak AR bulunurken, ALR1, total redüktaz proteinlerinin %0,6'sından azdır (Herrmann ve ark., 1983; Shiono ve ark., 1987).

4.2. Sorbitol Dehidrogenaz (SDH)

Koenzim olarak NAD⁺i kullanarak sorbitol ve fruktoz

arasındaki tersinir oksidasyonredüksiyon reaksiyonunu katalizleyen SDH (L-İditol: NAD⁺ oksidoredüktaz, EC 1.1.1.14) polioliol yolunun ikinci enzimidir (Lindstad ve ark., 1994). Homotetramerik bir enzim olan memeli SDH'nin, her bir alt biriminde bir su molekülü ve üç protein ligandına (Cys44, His69, Glu155) bağlı olan katalitik bir çinko atomu mevcuttur. Enzimin aktif bölgesindeki bu çinko atomunun görevi, sorbitol ve fruktoz arasındaki tersinir oksidasyon-redüksiyon reaksiyonunun katalizi süresince sorbitol hidroksilinin veya fruktoz karbonilinin oksijenini bağlamaktır (Jeffery ve ark., 1984; Eklund ve ark., 1985; Karlsson ve ark., 1989, 1995). Enzimin aktif bölgesindeki çinko atomu koordinasyonunun geometrisi, ligandlar arasında 90°/180° açının olduğu oktahedraldir (Johansson ve ark., 2001). 355 rezidüden oluşan SDH enzimin dört alt biriminden herbiri NAD⁺'in bağlandığı koenzim bağlama bölgesi ve çinko atomunun bulunduğu katalitik bölge olmak üzere iki farklı bölgeye sahiptir (Jeffery ve ark., 1984; Karlsson ve ark., 1989; Johansson ve ark., 2001). Omurgalıların çoğunda, bazı türlerde allelik formlar sergileyen, yalnız bir SDH gen lokusu bulunmaktadır (Jeffery ve Jörnvall 1988; Frankel 1994). AR ve SDH enzimleri üzerine yapılan çalışmalar, dünyada ölüm nedenleri arasında üçüncü sırayı alan ve önemli bir sağlık sorunu olan diyabetin komplikasyonlarının önlenmesi, azaltılması ve geciktirilmesi için kullanılabilecek koruyucu ilaçların geliştirilmesi bakımından oldukça önem arz etmektedir (Alım, 2012). Bu sebeple bu tez kapsamında koyun böbrek dokusundan AR ve SDH enzimleri saflaştırılmış ve hayvan sağlığında sıklıkla kullanılan bazı antibiyotiklerin bu enzimler üzerine in vitro etkileri incelenmiştir. Belirli dokularda aldoz redüktaz ve sorbitol dehidrogenaz enzim miktarları Tablo 1 ve 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Memelilerde farklı dokularda aldoz redüktaz miktarları (Tanimoto ve ark., 1998).

Doku	AR Miktarı ($\mu\text{g}/\text{mg}$ protein)
Böbrek (medulla)	29,3
Siyatik sinirler	5,1
Lens	2,8
Testis	1,9
Kalp	1,7
Kornea	1,4
Karaciğer	0,8
Böbrek	0,7
Mide	0,7
Dalak	0,7
Akciğer	0,5
İncebağırsak	0,4
Kolon	0,4

AR enzimi, memelide plasenta, kas ve lens dokularından izole edilmiştir (Bohren ve ark., 1989). Pek çok dokuda bulunan AR'nin lens, beyin karaciğer ve iskelet kasında yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu bilinmektedir (Flynn ve ark., 1975; Wermuth ve ark., 1977).

Tablo 2. Sıçan dokularındaki SDH miktarları (Hoshi ve ark., 1996).

Doku	SDH miktarı (ünite/mg protein)
Karaciğer*	13,9 ± 3,9
Böbrek	12,1 ± 1,4
Testis	3,1 ± 0,6
İskelet kası	0,6 ± 0,3
Mide	4,8 ± 1,5
Akciğer	5,0 ± 4,2
Beyin	3,5 ± 1,5
Dalak	0,7 ± 0,2

*Dokularda yapılan çalışmalar sonucu en yüksek SDH miktarı karaciğerde saptanmıştır.

5. Tavukta Glutasyon Peroksidaz (GPx)

Kanatlı hayvanlar memelilerin aksine ihtiyaç duydukları besin maddeleri bakımından yeme (rasyona) daha çok bağımlıdır. Bu sebepten karma yemin kalitesi, bu hayvanlar için memelilere kıyasla daha da önemli olmaktadır.

Selenyum toprakta, bitkilerde ve sularda değişen miktarlarda bulunan esansiyel bir iz elementtir. Bitkisel ve hayvansal ürünlerdeki Se miktarı geniş varyasyon göstermekte olup, bitkilerin Se içerikleri topraktaki Se miktarınca etkilenmektedir. Bitkisel ve özellikle de hayvansal gıdaların Se içerikleri dünyanın birçok ülkesinde önemli bir konu haline almıştır. Bitkiler topraktan aldıkları bitki besin maddelerini ve elementleri hayvanlara iletirler. Selenyum hücre zarını oksidasyon zararlarından koruyan başta glutasyon peroksidaz olmak üzere birçok enzimin ögesidir. Spermatozoanın özel bir proteininin yapısında bulunur. Purin ve pirimidin bazlarına bağlanabildiği için DNA ve RNA'nın da fonksiyonlarını etkiler. Prostaglandin sentezinde, esansiyel yağ asitlerinin metabolizmasında rol oynar (Çetin ve ark.,2002). Selenyum noksanlığı durumunda tüm kanatlılarda üreme faaliyetleri olumsuz etkilenirken, etlik piliçlerde performansta düşme, zayıf tüylenme, ölüm oranında artma, pankreasta fibröz dokuların oluşması, eksudatif diyatez ve kas distrofisi görülür. Yumurta tavuklarında ise Se noksanlığında yumurta verimi ve çıkış gücü olumsuz etkilenmektedir. Anormallikler rasyona uygun seviyelerde Se ilavesi ile önlenebilmektedir. (Cantor, 1997). Glutasyon peroksidaz enzimi hayvansal dokulardan izole edilen ilk selenoprotein olup dört adet Se atomu ihtiva eder. Enzim, doymamış yağ asitlerinin oksidasyon ürünü olan peroksitlerin indirgenmesini kataliz ederek hücre ve hücre organellerinin zararlarının normal ve sağlıklı kalmasını sağlamaktadır. Hayvanlarda kas fonksiyonları ile ilgili görülen problemlerin büyük bir kısmı bu enzimin eksikliği veya yokluğundan kaynaklanmaktadır. Se, aynı zamanda pankreasın normal yapısı için de gerekli olup; pankreastan salgılanan lipaz miktarını etkileyerek sindirim kanalında lipitlerin sindirim ve absorpsiyonunu sağlamaktadır. Selenyum ve vitamin E

bu olaylarda birlikte görev alarak serbest radikallere karşı antioksidan etki gösterirler (Underwood ve Stuttle, 1999). Glutasyon peroksidazın keşfinden günümüze diğer selenoproteinler de tanımlanmış ve onların biyokimyasal rolleri de belirlenmiştir. Bu selenoproteinler; ince bağırsak glutasyon peroksidazı (GPX2), plazma glutasyon peroksidazı (GPX3), fosfolipit hidroperoksit glutasyon peroksidaz (GPX4), selenoprotein-P(Sel-P) ve troksin 5-deiyodinaz-1 (5DI1)dir. Bu enzimler isimlerini genel olarak buldukları yerlerden almışlar ve antioksidan etkilidirler (Ali, 2000).

6. Çipura (*Sparus Aurata L., 1758*) Dibenzilfloresin O-Debenzilaz Enzimi

Çipura (*Sparus aurata*)'da aromataz aktivitesini ölçmek için florometrik DBFOD metodu kullanılmıştır. Herhangi bir deniz balığı için çipura beyin ve karaciğer aromataz aktivitesi florometrik bir substrat olan dibenzilfloresin kullanılarak ilk kez rapor edilmiştir. Testosteron aromatazın doğal substratı olması nedeniyle deneylerde DBFOD aktivitesi üzerine testosteronun etkisi çalışılmıştır. Testosteronun çok düşük konsantrasyonlarda dahi DBFOD aktivitesi üzerine yarışmalı inhibisyon gösterdiği görülmüştür. Bu sonuç aromataz enziminin DBF ile in vitro ölçülebilirliğini kanıtlamış olmaktadır. Çipura beyin dokusundan total RNA izolasyon metoduyla mRNA elde edilmiştir. PCR sonucunda agaroz jelde bant oluşumu gözlenmiştir. RT-PCR metoduyla elde edilen cDNA'larla rat primerlerinin birbirine uymaması balık ile rat primerlerinin birbirlerinden ayrı olduğunu göstermiştir. Çipura mikrozomal beyin ve karaciğer aromatazının birbirlerinden farklı reaksiyon koşullarına sahip olması aromatazın regülasyonunun doku spesifik promotörler tarafından yürütüldüğü görüşünü desteklemektedir.

7. Tartışma ve Sonuç

Araştırma sonucunda, incelenen makalelerde, ineklerde uterus dokusu arginaz aktivitesinin östrüs siklusunun evreleri arasında istatistiksel olarak farklılığa sahip olmadığı ve konunun tam olarak açıklığa kavuşabilmesi için daha fazla sayıda hayvanda ve nitrik oksit (NO), poliaminler, östrojen ve progesteron düzeyleri ile ilişkilendirilen ilave çalışmalara ihtiyaç olduğu kanaatine varılmıştır.

Siğır ve koyunlarda AR enziminin ve sorbitol dehidrogenaz enziminin dolaylı bir şekilde böbrek üstü bezleri yardımıyla testis aktivitesinde belirli oranda etkili olduğu söylenebilir.

Siğırda Ag⁺, Cd⁺, Cu⁺,Ca⁺², Co⁺², Fe⁺², Hg⁺², Mn⁺², Pb⁺², Zn⁺² ağır metallerinin,sperm Glutasyon S-transferaz enzim aktiviteyi üzerinde inhibisyon etkisi gösterdiği saptanmıştır. Demirin, simental sperm Glutasyon S-transferaz üzerinde aktivatör etkisi gösterdiği tespit edilmiştir. Fe⁺² hariç bulgularda kullanılan Ag⁺,Cd⁺²,

Cu⁺,Ca⁺², Co⁺², Cd⁺², Mn⁺², Pb⁺², Zn⁺² söz konusu enzimleri inhibe ettiği bulunmuştur. Holştayn sperm Glutasyon S-transferaz enzimi için Cd⁺²,Cd⁺² en güçlü inhibitörler olarak bulunmuştur.

Tavuk vücut dokularındaki ve sıvılarındaki selenyum miktarının özellikle canlıların beslenmesiyle veya onların içinde buldukları çevre ile doğrudan ilişkili olduğu söylenebilir. Selenyumun glutasyon peroksidaz gibi, vücutta oluşan serbest radikallerin oluşumuna bağlı olarak meydana gelen oksidatif stresi ortadan kaldıran ya da azaltan, bu yolla hücrelerin ve dokuların hasar görmesini engelleyen bir enzime bağlı olması, bu elementin canlı metabolizması için ne kadar gerekli olduğunu ortaya koymaktadır. Çipura'nın ticari üretiminde eşeyi kontrol etme aracı olarak pratik sıcaklık uygulaması kullanılabilir. Dolayısıyla dişilerin yüksek üreme performansı yüzünden oluşacak kalabalık önlenebilecek, ayrıca eşey kontrol tekniğinde hormonların kullanılmasının hem sağlık hem de ekolojik olarak dezavantajlarını ortadan kaldıracaktır. Diğer türlerde de aromataz aktivitesinin ölçülmesine, doku dağılımının saptanmasına ve çevresel kontaminantlardan etkilenip etkilenmediğinin belirlenmesine bir basamak oluşturacaktır.

Çıkar İlişkisi

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

Alım Z, Beydemir Ş. 2012. Effects of some anti-neoplastic drugs on sheep liver sorbitol Dehydrogenase. *Physiol Biochem*, 118(5): 244- 252.

Bohren KM, Bullock B, Wermuth B, Gabbay KH. 1989. The aldose reductase superfamily. cDNAs and deduced amino acid sequences of human aldehyde and aldose reductases. *J Biol Chem*, 264: 9547-9551.

Burnett AL. 1997. Nitric oxide in the penis: Physiology and pathology. *J Urol*, 157:320-324.

Cama E. 2003. Human arginase II: Crystal structure and physiological role in male and female sexual arousal. *Biochem*, 42: 8445-8451.

Cantor AH. 1997. The role of selenium in poultry nutrition. *Biotechnology in the feed industry, proceedings of Alltechs thirteen annual symposium edited by TP Lyons and KA Jacques*.

Çetin M, Deniz G, Polat Ü, Yalçın A. 2002. Broylerlerde inorganik ve organik selenyum ilavesinin biyokimyasal kan parametreleri üzerine etkisi Uludağ Üniv J Fac Med 21: 59-63.

Cook HT, Jansen A, Lewis S, Largen P, O'Donnell M, Reaveley D, Cattel V. 1994. Arginine metabolism in experimental glomerulonephritis: Interaction between nitric oxide synthase and arginase. *Am J Physiol*, 267: 646-653.

Del Corso A, Costantino L, Rastelli G, Buono F and Mura U. 2000. Aldose reductase does catalyze the reduction of glyceraldehyde through a stoichiometric oxidation of NADPH. *Experiment Eye Res*, 71: 515-521.

Eaton DL, Bammler TK. 1999. Concise review of the glutathione S-transferases and their significance to toxicology. *Toxicol Sci*, 49 (2): 156-164.

Flouriot G, Vaillant C, Salbert G, Pelissero C, Guiraud JM, Valotaire Y. 1993. Monolayer and aggregate cultures of rainbow trout hepatocytes: long-term and stable liver-specific expression in aggregates. *J Cell Sci*, 105: 407-416.

Flynn TG, Shires J, Walton DJ. 1975. Properties of the nicotinamide adenine dinucleotide phosphate-dependent aldehyde reductase from pig kidney: amino acid composition, reactivity of cysteinyl residues, and stereochemistry of D-glyceraldehyde reduction. *JBC* 250: 2933-2940.

Greenberg DM. 1960. Enzymes of urea cycle. In: *Enzymes*, Boyer PD, Lardy H, Myrback K (Eds), Academic Press, N Y.

Hers H. 1956. The mechanism of the transformation of glucose in fructose in the seminal vesicles. *Biochimica Biophysica Acta*, 22(1): 202-203.

Holye CHV, Stones RW, Robson T, Whitel YK, Burnstock G. 1996. Innervation of vasculature and microvasculature of the human vagina by NOS and neuropeptide-containing nerves. *J Anat*, 186: 633-644.

Hoshi A, Takahashi M, Fujii J, Myint T, Kaneto H, Suzuki K, Yamasaki Y, Kamada T, Taniguchi N. 1996. Glycation and inactivation of sorbitol dehydrogenase in normal and diabetic rats. *Biochem J*, 318: 119-123.

Ireland JJ, Murphee RL, Coulson PB. 1980. Accuracy of predicting stages of bovine estrous cycle by gross appearance of the corpus luteum. *J Dairy Sci*, 63: 155-160.

Jeffery J, Jornvall H. 1988. Sorbitol dehydrogenase. *Advances in Enzymol*, 61: 47-106.

Johansson K, El-Ahmad M, Kaiser C, Jornvall H, Eklund H, Hoog, JO, 2001. Crystal structure of sorbitol dehydrogenase. *Chem Biol Interact*, 130: 351-358.

Kador PF, Kinoshita JH, Stribling D, Brittain DR, Mirrless DJ, Sennitt CM. 1987. Rat lens aldose reductase and polyol production. *Biochem J*, 247: 495-496.

Kocna P, Fric P, Zavoral M, Pelech T. 1996. Arginase activity determination. A marker of large bowel mucosal proliferation. *Eur J Clin Biochem*, 34: 619-623.

Latonelle K, Le Menn F, Kaushik S, J, Pelissero C, B, 2002. Effects of dietary phytoestrogens in vivo and in vitro in rainbow trout and siberian sturgeon: interests and limits of the in vitro studies of interspecies differences. *General and Comparative Endocrinology*, 126: 39-51.

Nishimura C, Matsuura Y, Kokai Y, Akera T, Carper D, Morjana, N. 1990. Cloning and expression of human aldose reductase. *J Biol Chem*, 265: 9788-9792.

Razmi N, Jelodar GA, Nazifi S, Dehghani A. 2005. Arginase status in cattle reproductive system. *Vet Arhiv*, 75: 31-38.

Razmi N, Jelodar GA, Nazifi S, Dehghani A. 2005. Arginase status in cattle reproductive system. *Vet Arhiv*, 75: 31-38.

Reiersen H, Lindstad, RI, Mckinley-Mckee, JS. 1994. The inactivation of sheep liver sorbitol dehydrogenase by pyrophosphate and some analogous metal chelators. *Biochem Biophys*, 311: 450-456.

Takahashi M, Fujii J, Teshima T, Suzuki K, Shiba T, Taniguchi N. 1993. Identity of a major 3-deoxyglucosone-reducing enzyme with aldehyde reductase in rat liver established by amino acid sequencing and cDNA expression. *Gene*, 127: 249-253.

Tanimoto T, Maekawa K, Okada S, Yabe Nishimura C. 1998. Clinical analysis of aldose reductase for differential diagnosis of the pathogenesis of diabetic complication. *Analytica Chimica Acta*, 365: 285-292.

Underwood, EJ, Stuttle, NF. 1999. The mineral nutrition of livestock. Selenium. CAB International Wallingford, UK, 421-474.

Wermuth B, Munch, JD and Von Wartburg, JP. 1977. Purification

- and properties of NADPH-dependent aldehyde reductase from human liver. *JBC*, 252: 3821-3828.
- Wilson L. 2003. Arginase inhibitors touted as potential drug target for sexual dysfunction. *Biochem*, 81: 9.
- Yabe-Nishimura C. 1998. Aldose reductase in glucose toxicity: a potential target for the prevention of diabetic complications. *Pharmacol Rev*, 50(1): 21- 34
- Yallampalli C, Dongy YL. 2000. Estradiol-17 inhibits nitric oxide synthase (NOS)-II and stimulates NOS-III gene expression in the rat uterus. *Biol Reprod*, 63: 34-41.
- Yu H, Yoo PK, Aguirre CC, Tsoa RW, Kern RM, Grody WW. 2003. Widespread expression of arginase I in mouse tissues: Biochemical and physiological implications. *J Histochem Cytochem*, 51: 1151-1160.
- Yüksel M, Kandemir FM, Deveci H, Özdemir N. 2012. İneklerde seksüel siklusun farklı dönemlerinde uterus arginaz seviyelerinin araştırılması. *YYÜ Vet Fak Derg* 23(1): 15-17.