



Süt İneklerinde Sıcak Stresinin Etkileri ve Beslenme Stratejileri

Samet KÖSE¹, Pınar SAÇAKLI¹

¹Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara/TÜRKİYE

◆ Geliş Tarihi/Received: 02.06.2021

◆ Kabul Tarihi/Accepted: 28.06.2021

◆ Yayın Tarihi/Published: 31.12.2021

Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article:

Köse S, Saçaklı P. Süt İneklerinde Sıcak Stresinin Etkileri ve Beslenme Stratejileri. Bozok Vet Sci (2021) 2, (2): 41-46.

Özet: Yıllardır daha fazla süt almak için genetik seleksiyonlara tabi tutulan inekler küresel çapta artan sıcaklıklara karşı daha hassas hale gelmişlerdir. Hayvanlar vücut ısısını koruyabildiği ve kendini huzurlu hissettiği termonötral zone aralığında maksimum verime ulaşırlar. Bu aralığın üzerine çıkılması durumunda toplam sıcaklık üretiminin vücuttan atılan sıcaklıktan daha fazla olmasıyla inekler sıcak stresine girerler. Sıcak stresinin süt ve döl verimi üzerine olumsuz etkilerini hafifletmek veya önlemek için rasyonda çeşitli düzenlemeler yapılabilir. Sıcak stresinin olumsuz etkileri rasyonda konsantrane yem miktarının artırılması, korunmuş protein, yağ ve bazı vitamin-mineral katkılarının ilave edilmesi gibi düzenlemeler ile önlenir.

Anahtar Kelimeler: Protein, Selüloz, Sıcak stresi, Süt ineği, Yağ

Effects of Heat Stress and Nutritional Strategies in Dairy Cows

Abstract: Dairy cows have become more sensitive to rising temperatures globally, as they have been subjected to genetic selection to produce milk for years. Animals achieve maximum efficiency in the range of the thermo-neutral zone, where they can maintain their body temperature and feel comfortable. If this range is exceeded, cows experience heat stress as the total heat production is greater than the heat excreted from the body. Various arrangements can be made in the ration to alleviate or prevent the negative effects of heat stress on milk and fertility. Adverse effects of heat stress can be prevented by regulations such as increasing the amount of concentrate in the ration, adding protected protein, fat and some vitamin-mineral additives.

Keywords: Dairy cow, Fat, Fiber, Heat stress, Protein

1. Giriş

Hayvanların bulunduğu ortamın sıcaklığı süt ineklerinin verimini olumsuz etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Süt ineklerinde son zamanlarda yapılan genetik çalışmalar ile erken dönemde laktasyon pikine ulaşması hedeflenirken ineklerin termoregülasyon yeteneğinin bu dönemdeki durumuna çok az dikkat edilmektedir. Bu durumda akla şu soru gelmektedir; hangi sıcaklıklar aralığında yüksek verimli süt inekleri sıcak stresine maruz kalır ve hangi sıcaklık üretim, besin madde alımı ve metabolik ısı üretimi için idealdir. Bir ineğin metabolizması anabolik ve katabolik olaylar için gerekli enerjiyi üretebilmek adına bir denge içindedir. Bunun dışında ineklerde biyolojik sürecin sağlıklı işleminin yanında laktasyon ve yavru üretimi içinde ekstra enerji gerekmektedir. Besin madde alımı üretilen süt miktarı ile doğru orantılıdır. Soğuk havalarda alınan besin maddelerinin metabolize olması sonrası ortaya çıkan ısı vücut sıcaklığını dengede tutmak için kullanılırken, sıcak havalarda ise üretilen ısının vücuttan uzaklaştırılması için kullanılmaktadır(1). Vücuttan dışarıya salınan ısının vücutta üretilen ısı düzeyini aşmadığı, vücut ısısının rahatlıkla korunabildiği, hayvanların kendilerini rahat hissettikleri çevre sıcaklığına termonötral zone adı verilmektedir (2). Süt

inekleri için termonötral zone 5-25°C arasında olup (2), alt ve üst kritik sıcaklıklar sırasıyla -13,9°C ve 27,2°C arasındadır (3). Termonötral zone hayvanın yaşı, cinsi, ırkı, besin madde alımı, rasyonun içeriği, üretim, işletmenin yapısı, vücut yağ doku miktarı ve hayvanın davranışlarına göre farklılık gösterir (4). İnekler termonötral zone içerisinde buldukları sürede maksimum verime ulaşırlar. Hayvanlar ortam sıcaklığının 26°C üzerine çıkması durumunda kendilerini serinletemez ve sıcak stresine girerler (1). Bu durumda toplam ısı üretimi vücuttan atılan ısıdan daha fazladır (5). Sıcak stresi hayvanların vücut ısısını tam anlamı ile korumak için yeterli miktarda ısıyı dağıtamadığı nokta olarak tanımlanabilir. Sıcak stresinin şiddetini etkileyen çevresel faktörler sıcaklık, nem, rüzgâr ve radyasyondur (6). Yüksek verimli süt ineklerinin vücut sıcaklığı aşırı ısı artışlarına karşı çok duyarlıdır ve bu nedenle vücut sıcaklığı ölçümü sıcak stresinin anlaşılmasında kullanılan en hassas yöntemlerden biridir (7). McDowell ve ark. (8) bu ölçüme ek olarak sıcaklık-nem indeksinin de kullanılabileceğini bildirmiştir. Sıcaklık nem indeksi (Termal Humidity Index -THI) ölçümü Broucek ve ark. (9) tarafından bildirildiği üzere $THI = ((0,8x \text{ Sıcaklık } ^\circ\text{C}) + ((\% \text{ Nispi Nem}/100) \times (\text{Sıcaklık } ^\circ\text{C} -14,4)) + 46,4))$

olarak hesaplanır. Sıcaklık nem indeksi sınıflandırmasına göre; indeksin 72'den küçük olduğu durumlarda hayvanlarda stres şekillenmezken, 72-78 arasında orta düzeyde, 79-89 arasında şiddetli, 90-98 arasında çok şiddetli stres şekillenir ve 98 üzerinde ölümler gerçekleşir (10).

2. Sıcak stresinin etkileri

Süt ineklerinin de dâhil olduğu tüm canlılarda maksimum üretim termonötral aralıkta olur. Bu aralıkta gerçekleşen değişim metabolizmayı olumsuz etkilemektedir. Yüksek verimli inekler düşük verimli ineklere göre bu değişimden daha fazla etkilenirler. Sıcak stresi sırasında solunum ve terleme ile vücuttan sıvı kaybı artar. Eğer bu kayıp kontrol edilmez, sıvı kaybı kritik seviyeye ulaşırsa, bu durum hayvanların termoregülasyonu ve kardiyovasküler sistemi için tehlike oluşturur (11). Sıcak stresi esnasında memeli hayvanlarda homeostatik dengeyi sağlamak adına dışkı ve idrarla atılan sıvı miktarı, yem tüketimi, üretim ve kalp atım sayısı azalırken terleme ve solunum sayısı artar. Sıcak stresinin olumsuz etkilerine karşı hayvanlarda yanıt olarak fiziksel, biyokimyasal ve fizyolojik değişimler şekillenir. Bu değişimlerin amacı sıcaklık dengesinin yeniden düzenlenmesidir (1). Çevre sıcaklığındaki küçük bir artış bile hayvanların ayakta kalma süresini artırabilir (12). Bir ineğin günün yarısına yakını ayakta geçirmesi ayak problemlerini arttırabilmektedir (13) ve buna bağlı olarak ayak problemleri yaz aylarında kış aylarına göre daha fazla görülebilmektedir (14). İneklerin dinlenme sürelerinin kısılması süt verimini de olumsuz etkilemektedir. Hayvanların dinlenme sürelerindeki her bir saatlik artışın süt üretimini 1,7 kg arttığı hesaplanmıştır (15).

Rektal sıcaklık, termal dengenin bir göstergesidir ve süt ineklerinin laktasyonunu ve üremesini etkileyebilecek termal ortamın olumsuzluklarını değerlendirmek için kullanılabilir (16). Rektal sıcaklıkta 1°C veya daha az bir artış, çoğu çiftlik hayvanı türünde performansın düşmesine neden olabilmektedir. Bu durum vücut sıcaklığını inekte sıcaklık stresine karşı fizyolojik tepkinin hassas bir göstergesi yapar çünkü normal koşullar altında rektal sıcaklık neredeyse sabittir (1).

Sıcak stresinin olumsuz sonuçlarından biri de solunum sayısının artmasıdır. Solunum sayısının artması ile birlikte vücuttan atılan karbondioksit ile birlikte asit-baz dengesinde bozulmalar meydana gelir (17).

Süt ineklerinde fazla ısının atılması için gerçekleştirilen terleme iki şekilde olur: birincisi fark edilmeyen ve sürekli olarak şekillenen terleme ile sıcaklığın stres oluşturacak seviyeye çıkması sonrası buharlaşma şeklinde olan terlemedir (1). Terleme fazla ısının vücuttan uzaklaştırıldığı en efektif yöntemdir. Terleme, en efektif mekanizma olmasına rağmen terleme esnasında bazı elektrolitlerin kaybı vücutta asit-baz dengesinin bozulmasına sebep olur. Su, sodyum, potasyum ve klor terin en önemli bileşenleridir.

Rasyona sodyum bikarbonat veya tuz ilave edilmesi şekillenebilecek ruminal asidozun önlenmesi açısından önemlidir (17).

Laktasyondaki ineklerde vücut toplam su miktarı %75-81 arasında değişmektedir. Sıcaklık, nem, kuru madde tüketimi, rasyon ve süt üretimi su tüketimini düzenleyen en önemli çevresel faktörlerdir (18). Yüksek verimli süt inekleri düşük verimlilere göre daha fazla kuru madde ve suya ihtiyaç duyarlar ve bu ikili arasında pozitif korelasyon vardır (19). Yüksek verimli inekler günde 200 litreye yakın su içebilirler. Hayvanlara verilen suyun kalitesi ve temizliği bu yüzden kontrol edilmelidir (17).

Çevre sıcaklığının artması hipotalamustaki açlık merkezini olumsuz etkileyerek yem tüketimini kısıtlar (20). Yem tüketimi laktasyondaki ineklerde sıcaklığın 25-26°C olduğu zamanlarda azalmaya başlarken sıcaklığın 40°C'yi bulması ile bu azalma %40'lara kadar varabilir (21). Yem tüketiminin azaltılması vücut ısısının düşürülmesi için kullanılan bir yoldur (1). Sonuç olarak yem tüketiminin düşmesine bağlı hayvanlarda negatif enerji dengesi (NEB), canlı ağırlık kaybı ve vücut kondisyon skorunda düşmeler şekillenir (22). Sıcaklık derecesinin artması rumenin ana fizyolojik mekanizmalarını olumsuz etkileyerek B vitamini, aminoasit, uçucu yağ asitleri gibi hayvanların ihtiyacı olan besin maddelerin üretimini sınırlandırır (1). Silanikove (24), sıcak stresine bağlı fazla miktarda tüketilen suyun rumen içeriğinin sıvı miktarını arttırdığını bildirmiştir. Rumende sıvı miktarının artması rumen kapasitesini olumsuz etkileyerek diğer besin maddelerinin alınabilmesi için gerekli alanı kısıtlar. Kaba yem alımının azalması ve rumende artan sıvı miktarı rumen bakteri popülasyonunu etkiler ve rumen pH'sı 5,82 den 6,03'e yükselir (23). Besin madde alımının azalması hayvanların performansını, metabolik dengeyi ve üremeyi olumsuz etkiler (17).

Sıcak stresi süt üretimi ve kompozisyonunu olumsuz etkilerken bundan en çok yüksek verimli süt inekleri etkilenir (25). Hayvanlar sıcak stresi ile başa çıkmak amaçlı yem tüketimini kısıtlar ve negatif enerji dengesine (NED) girerler ve bu durum süt üretiminin azalmasının en önemli sebebidir (26). West (27), sıcaklığın 1°C artmasının kuru madde tüketiminde 0.85 kg'lık bir azalmaya, bu durumun ise süt veriminde %36'ya varan kayıplara sebep olduğunu bildirmiştir. Bouraoui ve ark. (25) sıcaklık nem indeksi (THI) ile süt verimi arasında negatif bir korelasyon olduğunu, indeksin 68'den 78'e çıkmasının kuru madde tüketimini %9.6, süt verimini ise %21 oranında azalttığını bildirmiştir.

Sıcak ve nemli çevre sadece süt verimine etki etmekle kalmayıp sütün kompozisyonunu da etkilemektedir. Kadzere ve ark. (1) sıcaklık stresine bağlı süt yağında %39,7 oranında, yağsız kuru maddede %18,9 oranında, proteinde ise %16,9 oranında azalmalar olduğunu belirtmiştir.

Bouraoui ve ark. (25) yazın süt kompozisyonunda yağ ve proteinin düştüğünü bildirmiştir. Sıcaklık nem indeksinin 72'nin üzerine çıktığı durumlarda kazein, laktalbumin, IgG ve IgA seviyelerinde azalmalar gözlemlenmiştir (28).

İneklerden daha fazla süt alabilmek için yapılan genetik çalışmalar yaz aylarında inekleri sıcak stresine karşı daha duyarlı hale getirmiştir ve bu durum süt verimi, laktasyon persistensi ve süt kalitesine olumsuz yansımaktadır (17). Sıcak stresinin olumsuz etkilerinden biri de östrusun şiddetini ve uzunluğunu etkileyip, anöstrus insidensini arttırmasıdır (29). Bu durumda vücutta adrenokortikotropik hormon (ACTH) ve kortizol seviyesi artarken (29), östradiol üretimi bloke edilerek hayvanların seksüel davranışları göstermesi engellenir (30). Östradiol sekresyonunun bloke edilmesi östrus oluşumunu, ovulasyonu, gametlerin taşınımını ve fertilizasyonu olumsuz etkiler. Sıcak stresi aynı zamanda oosit gelişimini de olumsuz etkiler (29).

Suni tohumlama başarı oranı serin havalarda %40-60 oranında değişirken, bu durum sıcak havalarda strese bağlı %20'ye kadar düşmektedir (31). Amundson ve ark. (32) sıcaklığın 16,7°C, THI'nın 72,9'u geçtiği yaz aylarında gebe kalma oranının %62, bahar aylarında ise %44 oranında düştüğünü bildirmiştir.

Sıcak stresi embriyo kalitesi ve büyümesini olumsuz etkileyerek embriyoların gelişerek blastosist halini almasını engeller. Stres; erken embriyonik gelişim, erken embriyonik ölüm ve fetal büyümenin gerilemesine sebep olur (6).

Sıcak stresine bağlı süt veriminin azalması ve reproduktif başarının düşmesi çiftliklerin kar marjını düşüren en büyük problemdir. Bu durumun önlenmesi için çiftliklerde sıcak stresinin etkilerini en aza indirecek önlemlerin alınması gerekmektedir (33).

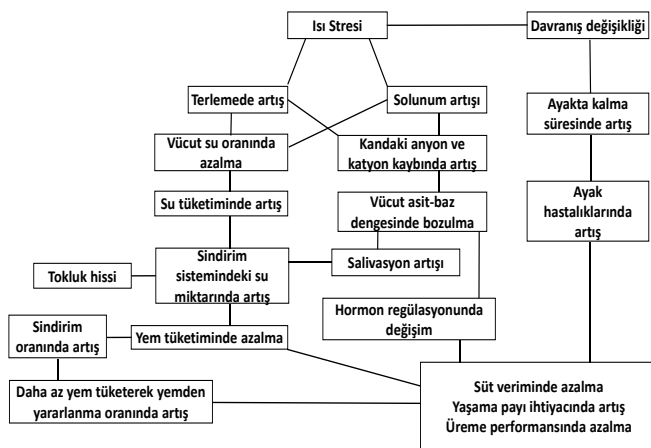
3. Sıcak stresine karşı beslenme stratejileri

3.1. Su

Süt ineğinin sıcak hava koşullarında serinlemek amacıyla solunum sayısını artırması ve daha fazla terlemesi su kaybının artmasına neden olur ve buna bağlı olarak su tüketiminde artış görülür (34). Su, vücudun en temel bileşenidir ve termoregülasyon, ozmotik regülasyon, elektrolit dengesi, besin maddelerinin taşınması ve boşaltımı için gereklidir. Yüksek verimli süt ineklerinin metabolizma hızı diğer ineklere göre daha hızlıdır. Bu durum, artan vücut ısısının dağıtılmasını zorlaştırmakta ve termoregülasyon için hayvanların daha fazla suya ihtiyaç duymalarına sebep olmaktadır (35). Sıcak havalarda içilen suyun en önemli fiziksel özelliği sıcaklığıdır. Suyun sıcaklığının daha düşük olması termal dengenin korunması açısından önemlidir. Laktasyondaki ineklere verilen suyun 10°C civarında olmasının vücut sıcaklığının ve solunum sayısının düşürülmesinde etkili olduğunu bildirilmiştir (36). Ayrıca içme suyu sıcaklığının uygun olması kuru madde tüketimini arttırarak süt veriminin artışına da olumlu etki eder (37).

3.2. Ham selüloz

Süt sığırlarında sıcak stresine bağlı kuru madde tüketiminin azalmasıyla rasyonda yeterli miktarda asit deterjan lif (ADF) ve nötral deterjan lif (NDF) oranı sağlanamamaktadır. Bu durumda azalan kuru madde içerisinde hayvanların ihtiyacı olan enerjiyi sağlayacak, enerji bakımından daha zengin yem maddelerinin normalden daha fazla oranda kullanılma zorunluluğu doğmaktadır (34). Beslemede enerji sınırlandırıcı bir değerdir ve rasyondaki enerji yoğunluğunu arttırmayı amaçlayan yaklaşım ise konsantre yem oranının arttırılarak kaba yem oranının azaltılmasıdır (38). Reynolds ve ark. (39) %75 konsantre yem içeren rasyonun, %75 yonca içeren bir rasyona kıyasla daha az ısı üretimi oluşturduğunu bildirmiştir. Bu nedenle, artan selüloz oranı ısı yükünü ve ısı stresini arttırabilmektedir. West ve ark. (40) sıcak havalarda ineklerin düşük selüloz düzeyi ile (NDF %30) beslemenin yüksek selülozlu rasyonlarla beslemeye (NDF %42) kıyasla süt üretimi, vücut ısısı ve solunum sayısı üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte, rumen aktivitesinin sağlıklı bir şekilde devam edebilmesi için rasyonda yeterli düzeyde selüloz bulunması gerekmektedir (38). Kanjanaputhipong ve ark. (41) sıcak ve nemli şartlar altında, ineklerin doğumundan 3 hafta önceki rasyonunun NDF düzeyinin (kaba yemden alınan NDF bazında %21'den %17,4'e) düşürülmesinin doğum sonrası metabolizma ve süt üretimi üzerine faydalı olduğunu bildirmiştir. Ruminantlarda, konsantre yem düzeyinin arttırılmasına bağlı düşük metabolik ısı artışı sağlayacak şekilde formüle edilmiş rasyon, sıcak stresi altında yem tüketimini ve genel performansı iyileştirmeye yardımcı olabilir. Yüksek karbonhidratlı rasyon, sıcak koşullar altında kullanılabilir, fakat bu durumun rumen asidozuna sebep



Şekil 1: Sıcak stresinin etkileri [(Atrian ve Shahryar (17)'dan uyarlanmıştır].

olabileceği unutulmamalıdır (27). Rumen asidozunun önlenmesi ve rumenin sağlıklı bir şekilde işlevini yerine getirebilmesi için rasyonun ADF ve NDF oranı kuru madde bazında %18 ve %28 arasında olmalıdır (40).

3.3. Protein

Sıcak stresi altındaki ineklerin yem tüketimindeki azalmaya bağlı olarak negatif azot dengesi içerisinde olduğu bildirilmiştir (42). Yem tüketiminden kaynaklı azalma, rasyonun protein içeriğinin artırılmasıyla azaltılabilir ve bu durum fazla miktarda azot alınmasına yol açabilir. Aşırı derecede rumende parçalanabilen protein içeren rasyonlarla besleme sıcak stresinde kuru madde tüketiminin azalmasına ve süt veriminin düşmesine neden olur (43). Ham proteinin metabolik kullanımını nedeniyle endojen ısı üretimi artar ve bu nişasta veya yağ ile üretilen ısıdan daha yüksektir. Ham proteininden kaynaklı daha fazla ısı artışı, üre sentezi ve daha fazla protein kaybı ile kısmen ilişkilidir (38). Sıcak stresi altındaki hayvanların beslenmesinde kullanılan proteinin miktarının yanında kalitesi de önemlidir. Huber ve ark. (43) yapmış olduğu çalışmada sindirilebilirliği düşük (%59) ve %16,1 ham protein içeren rasyonla beslenen ineklerin, sindirilebilirliği yüksek (%65) ve içeriğinde %18,5 ham protein içeren rasyonla beslenenlere göre daha fazla süt verdiğini bildirmiştir. Rasyona ek olarak ilave edilen esansiyel amino asitler süt ineklerinde sıcaklık stresi riskinin önlenmesinde etkili olabilmektedir. Metiyonin, yüksek verimli süt inekleri için başlıca sınırlayıcı amino asitlerden biridir (44). Rasyona metiyonin ekstra olarak takviye edilmesi, süt üretimini ve antioksidan kapasitesini artırır. Aynı zamanda, lizin takviyesi de benzer etki gösterir (45). Huber ve ark. (43) rasyona ilave edilen lizin süt veriminde %11 düzeyinde bir artışa neden olduğunu bildirmiştir. Sonuç olarak, hayvanlarda sıcak stresine bağlı kuru madde tüketiminde azalmalar olursa rasyonda korunmuş protein (özellikle metionin ve lizin) seviyesinin artırılması gerekmektedir (38).

3.4. Yağ

Süt ineklerinin rasyonuna ilave edilen yağ, içerdiği yüksek enerji ve daha düşük metabolik ısı üretmesi sebebiyle, sıcak stresindeki süt ineklerinde net enerji alımını, kaba yem veya nişasta ile karşılaştırıldığında daha çok artırmaktadır (46). Termonötral koşullar altında rasyona ilave edilen korunmuş yağlarla beslenen ineklerin, korunmuş yağlarla beslenmeyenlere kıyasla, laktasyon için metabolize edilebilir enerjisi daha verimli bir şekilde kullandığı bildirilmiştir (47). Rasyona %5'in altında yapılan yağ takviyesi, rumen mikroflorasında (48) toksik etkiye neden olmamıştır. Rasyona eklenen korunmuş yağlar, metabolik ısı artışını önemli ölçüde azaltmakta ve ısı stresi döneminde yağların daha etkin kullanılmasını sağlamaktadır. Tüm bu olumlu faydalarına rağmen yağların sıcak stresindeki hayvanların rasyonunda kullanımına dikkat

edilmeli ve genel olarak bu yağlar rumenin mikrobiyal ortamına zarar vermemesi için korunmuş formda kullanılmalıdır (38).

3.5. Vitamin ve mineraller

Sıcak stresine bağlı yem tüketimindeki azalma bağışıklık ve performans üzerinde önemli rol oynayan vitamin ve minerallerin alımını da sınırlandırır (38). Lin ve ark. (49) rasyona takviye edilen A vitamininin bozulan immün sistemden kaynaklı ortaya çıkan oksidatif yıkımlanmayı hafifletebildiğini bildirmiştir. Vitamin A, vitamin E ve özellikle Se, Cu ve Zn gibi iz elementler meme sağlığı üzerinde önemli rol oynayan mikro besinler arasındadır (50). Sıcak stresi, serbest radikallerin artmasına (51) ve buna bağlı oksidatif strese neden olduğundan dolayı hayvanlara önemli bir antioksidan olan C vitamininin ekstra olarak verilmesi yararlı olmaktadır (52). C vitamini yanında Selenyum (Se) ve E vitamini de antioksidan sistem için önemlidir. Rasyonda Vitamin E ve Se'un miktarının artırılmasının, sıcak stresine bağlı bağırsak bariyeri bütünlüğünde oluşabilecek olumsuz etkileri azaltılabileceğini bildirmiştir (53). Niasin hayvanlarda deri altında vazodilatör görevi yaparak sıcak stresinin etkilerini azaltır (38). Korunmuş olarak verilen niasin plazma niasin miktarını artırırken, sıcaklığın arttığı dönemde buharlaşma yoluyla sıcaklığın dağılımını artırarak hayvanlarda vücut ve rektal ısının ayarlanmasında önemli rol oynar (54). Krom; glikoz, lipit ve protein metabolizması üzerinde etkili bir mikro besindir. Sıcak stresi sırasında glikoz kullanımının artmasından dolayı rasyona eklenen krom sıcak stresinin olumsuz etkilerini azaltabilir. Sıcak stresi altındaki ineklerin rasyonuna takviye edilen kromun laktasyon başlangıcında, canlı ağırlık kaybı, süt üretimi ve gebe kalma oranında iyileşmeler sağladığı bildirilmiştir (55).

3.6. Yem katkı maddeleri

Maya kültürü ve bitki ekstraktlarının rumen metabolizmasında ve vücut sıcaklığının düzenlenmesinde olumlu etkilerinin olduğu bildirilmiştir (38). Rasyona yapılan canlı maya takviyesi, besin maddelerinin sindirilebilirliğini ve yemden yararlanmayı artırabilmekte (56) ve rumen pH'sını kontrol edebilmektedir (57). Sıcak stresi altındaki hayvanların rasyonuna ilave edilen mayanın kuru madde tüketiminde, yemden yararlanmada ve laktasyon performansında iyileşmelere neden olduğu bildirilmiştir (58). Shwartz ve ark. (59) eksojen enzimler ve maya kültürü karışımının rasyona eklenmesi halinde, sıcak stresine maruz kalan süt ineklerinin rektal sıcaklığının düştüğü ve bunun da termoregülatör fonksiyonlar üzerinde olumlu bir etki oluşturduğunu gözlemlemiştir.

4. Sonuç

Yıllardır daha fazla süt almak için genetik seleksiyonlara tabi tutulan inekler küresel çapta artan sıcaklıklara karşı

daha hassas hale gelmişlerdir. Sıcak stresi esnasında memeli hayvanlarda homeostatik dengeyi sağlamak adına fiziksel, biyokimyasal ve fizyolojik değişimler şekillenir. Bu değişimlerin amacı sıcaklık dengesinin yeniden düzenlenmesidir. Terleme ve derin solunumla başlayan bu sürecin devamında hayvanlarda kuru madde tüketimi azalır. Kuru madde tüketiminin azalması sonrası hayvanların süt veriminde düşme, immun sistem ve hormonal dengede bozulma ve reproduktif başarısızlıklar şekillenir. Bu durum genel olarak çiftliklerin karlılığını düşürmesi açısından önemlidir. İneklerde şekillenen bu değişimlere uygun olarak düzenlenen beslenme programları hayvanların bu dönemi daha rahat atlmasına yardımcı olur. Rasyonun yüksek düzeyde konsantre yem ve düşük miktarda selüloz içermesinin enerjinin daha verimli kullanılmasından dolayı laktasyondaki ineklerin sıcak stresinden daha az etkilenmesine yardımcı olduğu düşünülmektedir. Rasyona ilave edilen korunmuş yağ ve amino asitlerin erken laktasyondaki ineklerin metabolik ısı artışı azalttığı, vitamin ve minerallerin immun sisteme, yem katkı maddelerinin ise bozulan rumen mikro tabiatına olumlu etki ettiği bildirilmiştir.

Kaynaklar

- Kadzere CT, Murphy MR, Silanikove N, Maltz E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science* 2002; 77: 59-91. doi: 10.1016/S0301-6226(01)00330-X.
- Roenfeldt S. You can't afford to ignore heat stress. *Dairy Manage* 1998; 35: 6-12.
- Spiers DE. How cows dissipate heat. *Dairy Management Conference June 21-22, 2003*; p: 77.
- Yousef MK. *Stress Physiology in Livestock*. In: Basic Principles. Vol. 1. Boca Raton FL: CRC Press, 1985; pp.1-217.
- Bernabucci U, Lacetera N, Baumgard LH, Rhoads RP, Ronchi B, et al. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal* 2010; 4: 1167-1183. doi: 10.1017/S175173111000090X.
- Samal L. Heat stress in dairy cows-reproductive problems and control measures. *International Journal of Livestock Research* 2013; 3: 14-23.
- Akari CT, Nakamura RM, Kam LWG, Clarke N. The effect of level of lactation diurnal temperature patterns of dairy cattle in hot environments. *Journal of Dairy Science* 1984; 67: 1752-1760.
- McDowell RE, Hooven NW, Camoens JK. Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation. *Journal of Dairy Science* 1976; 59: 965-973.
- Broucek J, Mihina S, Ryba S, Tongel P, Kısac, et al. Effects of high temperatures on milk efficiency in dairy cows. *Czech Journal Animal Science* 2006; 51: 93-101.
- Moran J. *Tropical dairy farming: Feeding management for small holder dairy farmers in the humid tropics*. Csiro publishing, 2005; pp. 312.
- Silanikove N. The struggle to maintain hydration osmoregulation in animals experiencing severe dehydration and rapid rehydration: the story of ruminants. *Experimental Physiology* 1994; 79: 281-300. doi: 10.1113/expphysiol.1994.sp003764.
- Smith JF, Bradford BJ, Harner JP, Ito K, von Keyserlingk M, et al. Effect of cross ventilation with or without evaporative pads on core body temperature and resting time of lactating cows. *Journal of Dairy Science* 2016; 99: 1495-1500. doi: 10.3168/jds.2015-9624.
- Galindo F, Broom DM. The relationships between social behavior of dairy cows and the occurrence of lameness in three herds. *Research in Veterinary Science* 2000; 69: 75-79. doi: 10.1053/rvsc.2000.0391.
- Cook NB, Mentink RL, Bennett TB, Burgi K. The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 2007; 90: 1674-1682. doi: 10.3168/jds.2006-634.
- Bach A, Valls N, Solans A, Torrent T. Associations between nondietary factors and dairy herd performance. *Journal of Dairy Science* 2008; 91: 3259-3267. doi: 10.3168/jds.2008-1030.
- Johnson HD. Depressed chemical thermogenesis and hormonal functions in heat. In: *Environmental Physiology: Aging, Heat, and Altitude*. Elsevier / North Holland, New York 1980; Pp. 3-9.
- Atrian P, Shahryar HA. Heat stress in dairy cows (a review). *Research in Zoology* 2012; 2: 31-37. doi: 10.5923/j.zoology.20120204.03.
- Murphy MR, Davis CL, McCoy GC. Factors affecting water consumption by Holstein cows in early lactation. *Journal of Dairy Science* 1982; 66: 35-38.
- Macfarlane WV, Howard B. Comparative water and energy economy of wild and domestic mammals. *Symposia of the Zoological Society of London* 1972; 31: 261-296.
- Baile CA, Forbes JM. Control of feed intake and regulation of energy balance in ruminants. *Physiological Reviews* 1974; 54: 160.
- Rhoads RP, Baumgard LH, Suagee JK, Sanders SR. Nutritional interventions to alleviate the negative consequences of heat stress. *Advances in Nutrition* 2013; 4: 267-276. doi: 10.3945/an.112.003376.
- Lacetera N, Bernabucci U, Ronchi B, Nardone A. Body condition score, metabolic status and milk production of early lactating dairy cows exposed to warm environment. *Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale* 1996; 90(1): 43-55.
- Hall MB. Heat stress alters ruminal fermentation and digesta characteristics, and behavior in lactating dairy cattle. In: *Proc. 11th Int. Symp. Rumin. Physiol. Wageningen, Netherlands. August, 2009*; p: 204.
- Silanikove N. Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. *Livestock Production Science* 1992; 30: 175-194.
- Bouraoui R, Lahmar M, Majdoub A, Djemali M, Belyea R. The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Animal Research* 2002; 51: 479-491. doi: 10.1051/animres:2002036.
- Wheelock JB, Rhoads RP, Van Baale MJ, Sanders SR, Baumgard LH. Effect of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 2010; 93: 644-655. doi: 10.3168/jds.2009-2295.
- West JW. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 2003; 86(6): 2131-2144. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73803-X.
- Nardone A, Ronchi B, Lacetera N, Bernabucci U. Climatic effects on productive traits in livestock. *Veterinary Research Communications* 2006; 30: 75-81. doi: 10.1007/s11259-006-0016-x.
- Singh M, Chaudhari BK, Singh JK, Singh AK, Maurya PK. Effects of thermal load on buffalo reproductive performance during summer season. *Journal of Biological Sciences* 2013; 1: 1-8.

30. Hein KG, Allrich RD. Influence of exogenous adrenocorticotrophic hormone on estrous behavior in cattle. *Journal of Dairy Science* 1992; 70: 243-247.
31. Cavestany D, El-Whishy AB, Foot RH. Effect of season and high environmental temperature on fertility of Holstein cattle. *Journal of Dairy Science* 1985; 68: 1471-1478
32. Amundson JL, Mader TL, Rasby RJ, Hu QS. Environmental effects on pregnancy rate in beef cattle. *Journal of Dairy Science* 2006; 84: 3415-3420. doi: 10.2527/jas.2005-611.
33. Polsky L, Von Keyserlingk MA. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science* 2017; 100: 8645-8657. doi: 10.3168/jds.2017-12651.
34. Yavuz HM, Biricik H. Süt sığırlarının sıcak stresinde beslenmesi. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2009; 28; 1-7.
35. Berman A. Invited review: are adaptations present to support dairy cattle productivity in warm climates? *Journal of Dairy Science* 2011; 94: 2147-2158. doi: 10.3168/jds.2010-3962.
36. Stermer RA, Brasington CF, Coppock CE, Lanham JK, Milam KZ. Effect of drinking water temperature on heat stress of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 1986; 69: 546-551. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(86)80436-2.
37. Milam KZ, Coppock CE, West JW, Lanham JK, Nave DH, et al. Effects of drinking water temperature on production responses in lactating Holstein cows in summer. *Journal of Dairy Science* 1986; 69: 1013-1019.
38. Conte G, Ciampolini R, Cassandro M, Lasagna E, Calamari L, et al. Feeding and nutrition management of heat-stressed dairy ruminants. *Italian Journal of Animal Science* 2018; 17(3): 604-620. doi: 10.1080/1828051X.2017.1404944.
39. Reynolds CK, Tyrrell HF, Reynolds PJ. Effects of diet forage-to-concentrate ratio and intake on energy metabolism in growing beef heifers: whole body energy and nitrogen balance and visceral heat production. *Journal of Nutrition* 1991; 121: 994-1003.
40. West JW, Hill GM, Mandebvu P, Fernandez JM, Mullinix BG. Effects of dietary fiber on intake, milk yield, and digestion by lactating dairy cows during cool or hot, humid weather. *Journal of Dairy Science* 1999; 82: 2455-2465. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75497-4.
41. Kanjanaputhipong J, Homwong N, Buatong N. Effects of prepartum roughage neutral detergent fiber levels on periparturient dry matter intake, metabolism, and lactation in heat-stressed dairy cows. *Journal of Dairy Science* 2010; 93: 2589-2597. doi: 10.3168/jds.2009-2424.
42. Kamal TH, Johnson HD. Whole body 40K loss as a predictor of heat tolerance in cattle. *Journal of Dairy Science* 1970; 53: 1734-1738.
43. Huber JT, Higginbotham G, Gomez-Alarcon RA, Taylor RB, Chen KH, et al. Heat stress interactions with protein, supplemental fat, and fungal cultures. *Journal of Dairy Science* 1994; 77: 2080-2090.
44. Lobley CG, Connell A, Buchan V. Administration of testosterone to wether lambs: effect on protein and energy metabolism and growth hormone status. *Journal of Endocrinology* 1987; 115: 439-445.
45. Hahn GL. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *Journal of Animal Science* 1999; 77(Suppl. 2): 10-20.
46. Knapp M, Grummer RR. Response of lactating dairy cows to fat supplementation during heat stress. *Journal of Dairy Science* 1991; 74: 2573-2579.
47. Kronfeld DS, Donoghue S, Naylor JM, Johnson K, Bradley CA. Metabolic effects of feeding protected tallow to dairy cows. *Journal of Dairy Science* 1980; 63: 545-552.
48. Palmquist DL, Jenkins TC. Fat in lactation rations: review. *Journal of Dairy Science* 1980; 63: 1-14.
49. Lin H, Jiao HC, Buyse J, Decuypere E. Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poultry Science Journal* 2006; 62: 71-86.
50. Sordillo LM, Shafer-Weaver K, Derosa D. Immunobiology of the mammary gland. *Journal of Dairy Science* 1997; 80: 1851-1865.
51. Calamari L, Maiani MG, Amendola F, Lombardi G. On some aspects of the oxidative status and on antioxidants of dairy cows during summer. *Proceedings of the A.S.P.A. XIII Congress*; Jun 21-24; Piacenza; Ed. Franco Angeli, Milano, Italy, 1999; p: 449-451.
52. Bernabucci U, Lacetera N, Ronchi B, Nardone A. Effects of the hot season on milk protein fractions in Holstein cows. *Animal Research* 2002; 51: 25-33. doi:10.1051/animres:2002006.
53. Liu F, Cottrell JJ, Furness JB, Rivera LR, Kelly FW. Selenium and Vitamin E together improve intestinal epithelial barrier function and alleviate oxidative stress in heat-stressed pigs. *Experimental Physiology* 2016; 101: 801-810. doi: 10.1113/EP085746.
54. Zimbelman RB, Baumgard LH, Collier RJ. Effects of encapsulated niacin on evaporative heat loss and body temperature in moderately heat-stressed lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 2010; 93: 2387-2394. doi: 10.3168/jds.2009-2557.
55. Mirzaei M, Ghorbani GR, Khorvash M, Rahmani HR, Nikkha A. Chromium improves production and alters metabolism of early lactation cows in summer. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 2011; 95: 81-89. doi: 10.1111/j.1439-0396.2010.01007.x.
56. Piva G, Belladonna S, Fusconi G, Sicbaldi F. Effects of yeast on dairy cow performance, ruminal fermentation, blood components, and milk manufacturing properties. *Journal of Dairy Science* 1993; 76: 2717-2722.
57. Bach A, Iglesias C, Devant M. Daily rumen pH pattern of loose-housed dairy cattle as affected by feeding pattern and live yeast supplementation. *Animal Feed and Science Technology* 2007; 136: 146-153. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2006.09.011.
58. Bruno RG, Rutigliano SHM, Cerri RL, Robinson PH, Santos JEP. Effect of feeding *Saccharomyces cerevisiae* on performance of dairy cows during summer heat stress. *Animal Feed Science and Technology* 2009; 150: 175-186. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2008.09.001.
59. Shwartz G, Rhoads ML, Dawson KA, Vanbaale MJ, Rhoads RP. Effects of a supplemental yeast culture on heat-stressed lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 2009; 92: 935-942. doi: 10.3168/jds.2008-1496.