

Çeltik Samanının Besin Madde Bileşimi ve Yem Değerini Artırma Yöntemleri

Bora Bölükbaş, İsmail Kaya

Ondokuzmayıs Üniversitesi Veteriner Fakóltesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, Samsun, Türkiye

Geliş Tarihi / Received: 08.03.2018, **Kabul Tarihi** / Accepted: 10.10.2018

Özet: Dünyada buğdaydan sonra en fazla yetiştirilen ikinci tahıl ürünü olan çeltik, ülkemizde buğday, arpa ve mısırdan sonra dördüncü sırada üretilmektedir. Ülkemizde hasattan sonra kalan çeltik samanlarının bir kısmı küçük işletmeler tarafından ruminant beslenmesinde kullanılmakta; büyük bir kısmı ise tarlalarda yakılarak çevreye ve toprağa ciddi zararlar vermektedir. Çeltik samanının, yüksek miktarda silika ve lignin içermesi, lezzet ve tüketilebilirliğinin düşük olması, yapısal karbonhidratların rumende sınırlı düzeyde parçalanması ve düşük düzeyde azot içeriği, ruminant beslemedeki yem değerini olumsuz etkileyen faktörlerdir. Çeltik samanının besleyici değerini artırmak için fiziksel, kimyasal ve biyolojik muameleleri içeren birçok yöntem araştırılmıştır. Bu yöntemlerde amaç, samanın lignin ve silika tabakasının bütünlüğünü bozarak, rumen mikroorganizmalarının selüloz ve hemiselüloz gibi polisakkaritlere daha kolay ulaşmasını sağlamak ve samanın besinsel içeriğini artırmaktır. Bu derlemede, çeltik samanının besin madde içerikleri ve besleyici değerini artırmak için yaygın olarak uygulanan muamele yöntemleri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çeltik samanı, besleyici değer, muamele yöntemleri

Composition of Rice Straw and Methods of Increasing Its Feed Value

Summary: Rice is the second most cereal product cultivating in the world after wheat and the fourth grain product produced after wheat, barley, and corn in our country. While some part of the rice straws left in the field after harvesting are used as a source of feed for ruminant by small scale farmers, the most of its part is burned in the fields and causes great damages to the environment and the soil. The high level of lignin and silica content, the low palatability and consummability, the slow and the limited ruminal degradation of the structural carbohydrates and the low content of nitrogen are the main factors of rice straw, affecting its value as a feed for ruminants. To increase nutritive value of rice straw many methods involving physical, chemical, and biological treatments have been investigated. The aim of these methods is to ensure access of rumen microorganism to polysaccharides such as cellulose, hemicelluloses easier by disrupting the integrity of the lignin and siliceous layer of straw. In this review, the nutritional contents of rice straw and widely treatment methods applied to increase its feeding value are presented.

Key Words: Rice straw, feed value, treatment methods

Giriş

Kabuğu ayıklanmamış pirinç olarak adlandırılan çeltik, buğdaygiller (Gramineae) familyası, *Oryza sativa* L. cinsinden tek yıllık bir bitki türüdür. M.Ö. 3000'lü yıllarda üretilmeye başlanan çeltiğin dünyaya Çin'den yayılmaya başladığı sanılmaktadır. Türkiye'de ise 500 yıllık bir geçmişe sahip olan çeltik bitkisinin Mısır üzerinden ülkeye giriş yaptığı düşünölmektedir [15].

Dünya genelinde ortalama 165 milyon hektar alanda, 741 milyon ton çeltik üretimi gerçekteşmektedir. Dünyanın 114 farklı ülkesinde çeltik yetiştirilmekle birlikte, üretiminin yaklaşık %91'i Asya kıtasında yapılmaktadır. Ülkemizde, 2017 yılında 116 bin hektar alanda, 900 bin ton çeltik üretimi gerçekteşmiştir [13].

Çeltiğin, hasattan fabrikalarda işlenerek pirinç haline getirilmesine kadar geçen süreçte bazı yan ürünler oluşmaktadır. Çeltik samanı hasattan sonra, pirinç kabuğu, pirinç kepeği, pirinç kepeği yağı, kırık taneler, pirinç unu ise endüstriyel olarak elde edilmektedir. Pratik olarak her 100 kg çeltik üretimi ile 90-110 kg saman[7], 50-60 kg pirinç, 3-5 kg pirinç cila unu, 10-12 kg kırık pirinç, 18-20 kg pirinç kabuğu ve 10-13 kg pirinç kepeği elde edilmektedir [22].

Çeltik samanı, dünyada ve ülkemizdeki pirinç üretim potansiyeli dikkate alındığında önemli yan ürünlerden biridir. Çeltik samanının yüksek oranda silika ve lignin içermesi, rumende yavaş ve sınırlı düzeyde parçalanması ve protein içeriğinin düşük olmasından dolayı besleyici değeri düşüktür. Ayrıca lezzetsiz oluşu tüketimini olumsuz etkilemektedir.

Ancak dünyanın birçok bölgesinde ve ülkemizde iyi kaliteli kaba yem eksikliğinden dolayı, başta ruminantlar olmak üzere herbivor hayvanların beslenmesi, büyük ölçüde düşük kaliteli kaba yemlere, özellikle de buğdaygil samanlarına dayalı yapılmakta ve rasyonun dolgu madde ihtiyacı ile enerjisinin bir kısmı buğdaygil samanlarından sağlanmaktadır [47]. Özellikle Doğu ve Güney Asya ülkelerinin %90'ında çeltik samanı ruminantlarda kaba yem kaynağı olarak kullanılmakta [49] ve genel olarak rasyonlara 100 kg canlı ağırlığa 1-1.2 kg miktarlarında katılmaktadır [10].

Çeltik üretiminde elde edilen saman miktarı, yetiştirilen çeltiğin varyetesine (uzun-kısa) ve toprağa uygulanan azot miktarına göre değişiklik göstermektedir. Özellikle, son yıllarda dane verimini artırmaya yönelik ıslah çalışmaları ile daha kısa boylu ve dane verimi yüksek varyetelerin ekiminin yaygınlaşması sonucu, dekar başına elde edilen saman miktarlarında düşüşler gözlenmektedir [8]. Çeltik yetiştiriciliğinde saman/dane oranının belirlenmesi için yapılan bir çalışmada uzun boylu ve kısa boylu varyetelerin farklı miktarlarda azot uygulamaları ile saman / dane oranları sırasıyla 1.03-1.10 ve 0.92-0.98 aralığında olduğu bildirilmiştir [7]. Ülkemizin yıllık ortalama 900.000 ton civarında olan çeltik üretimi dikkate alındığında, önemli miktarda çeltik samanı üretim potansiyelinin olduğu anlaşılmaktadır. Dünya genelinde ve ülkemizde ruminant beslemede kaliteli kaba yem ihtiyacının karşılanmasında yaşanan sıkıntı, buğdaygil samanlarından ve özellikle ruminant rasyonlarına sınırlı miktarlarda katılan çeltik samanından daha etkin bir şekilde yararlanmayı gerektirmektedir.

Bu derlemede, çeltik samanının besin madde içerikleri ile ruminant beslemede daha etkin kullanılmasını sağlamak amacıyla yaygın olarak uygulanan muamele yöntemleri hakkında bilgiler sunulmuştur.

Çeltik Samanının yapısı ve besin madde içerikleri

Buğdaygil samanları; kolay fermente olabilen enerji kaynaklarını ve esansiyel besin maddelerini düşük miktarda içermeleri, yem tüketimi ve sindirimini sınırlandıran balast maddeleri fazla miktarda kapsamaları nedeniyle, düşük kaliteli kaba yemler olarak nitelendirilmektedir. Samanların besin madde içerikleri, çok düşük olup genellikle birbirlerine benzerlik göstermektedirler. Dünya genelinde buğday ve pirinç samanı hayvan beslemede daha çok kullanılmakta olup, besin madde içeriklerinde bazı farklılıklar bulunmaktadır (Tablo 1). Çeltik samanı diğer buğdaygil samanlarına kıyasla yapısında daha yüksek miktarda silika, daha düşük düzeyde ise lignin içermektedir (Tablo 2). Çeltik samanında silika, çeltiğin varyetesi ve toprakta bu elementin varlığına göre %5-15 oranlarında bulunabilmektedir [48]. Silisyumun, çözünür haldeki silikat veya monosilik asit şeklinde pirinç bitkisinin kökleri vasıtasıyla bitkiye girdiği, daha sonra bitkinin dış yüzeyine geçerek konsantre olduğu ve polimerize bir selüloz-silis membranı oluşturduğu kabul edilmektedir [44]. Hücre duvarı unsurlarının bütünlüğünü ve dayanıklılığını artıran bu silisli membranın çeltik samanının lezzetine ve rumen mikroorganizmalarının kolonizasyonuna olumsuz etki yaptığı ve rumendeki yıkımlanabilirliğini azalttığı bildirilmiştir [2,49]. Van soest ve Jones, çayır otlarında yaptıkları bir çalışmada [50], kuru madde(KM) silika içeriğindeki her %1'lik artışın KM sindirilebilirliğini %3 oranında düşürdüğünü bildirmişlerdir. Yapılan bir çalışmada [47], pirinç KM ve organik madde (OM) sindirilebilirlik dereceleri arasında bulunan farkın, diğer buğdaygil samanlarındaki farktan daha yüksek olduğu ve bu farkın çeltik samanının diğer buğdaygil samanlarına göre daha yüksek oranda silisyum içermesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Tablo3).

Tablo 1. Çeltik ve buğday samanlarının kimyasal bileşimleri,% KM.

Saman çeşidi	Kuru madde	Ham kül	Ham protein	Ham yağ	Ham selüloz	ADF	NDF	Kaynak
Çeltik samanı	90.23	15.06	4.64	1.45	31.07	36.76	72.08	Şehu ve ark.(1996)
	90.00	14.54	2.76	2.00	38.13	55.00	79.00	Maneerat ve ark.(2015)
	92.45	15.36	3.43	0.51	-	47.19	67.27	Phakachoed ve ark.(2012)
Buğday samanı	90.20	5.84	3.47	0.29	38.07	51.20	84.04	Şehu ve ark.(1996)
	92.02	6.37	3.63	1.77	45.53	57.50	-	Güngör ve ark.(2008)
	92.07	9.60	3.00	1.50	44.30	49.50	74.30	Nurfeta ve ark.(2007)

Lignin, çeltik samanının kalitesini ve rumende yıkımlanabilirliğini silikandan sonra sınırlayan diğer bir unsurdur. Lignin molekülü kompleks bir şekilde birbirleriyle çapraz bağlı phenylpropanoin birimlerinden oluşmaktadır. Bitkinin destek ve dayanıklılık kazanması için duvar yapısındaki lignin gerek selüloz ve gerekse hemiselüloz ile bağlantılı olup bitkiyi korumaktadır. Lignin, lignoselülozik yapı içerisinde bulunan polisakkaritleri (selüloz, hemiselüloz) hücre içerisinde tutarak sindirimini engellemektedir. Bu nedenle samanların sindirilme derecesinin düşük olmasında lignin kompleksinin etkisi çok büyüktür [31]. Ligninin ayrılması durumunda geriye polisakkarit türevi kalmaktadır. Bitki hücresindeki polisakkaritlere haloselüloz da denilmektedir. Haloselülozlar, selülozlar ve hemiselülozlerden oluşmaktadır. Haloselülozlar hidro-

liz edildiğinde C6 (glikoz, mannoz ve galaktoz) ve C5(ksiloz ve arabinoz) şekerleri, üronik asitler ve asetil gruplar elde edilmektedir. Doğadaki selülozun büyük bir kısmı, selüloz-lignin kompleksi halinde bulunmaktadır [5]. Selüloz hidrolizi rumenin normal florasında var olan selülotik bakteriler tarafından gerçekleştirilerek, rumende uçucu yağ asitleri olarak bilinen asetik asit, bütirik asit ve propiyonik asit oluşmaktadır. Lignoselülozik kompleksteki lignin artışı selülotik bakterilerin selüloza ulaşmasını engelleyici rol oynadığından lignifikasyon arttıkça yemin kalitesi ve sindirilebilirliği düşmektedir. Bu sebeple, son yıllarda kompleks lignoselülozik yapıya sahip saman gibi materyallerin delignifikasyonla lignini seçici olarak parçalayarak veya lignoselülozik yapıyı gevşeterek rumen içi yıkımlanabilirliğini arttırmaya yönelik çalışmalar yapılmaktadır.

Tablo 2. Bazı buğdaygil samanlarının hücre içi ve hücre duvarı unsurlarının içeriği %KM

Saman Çeşidi	Hücre içi	Hücre Duvarı	Hemiselüloz	Selüloz	Lignin	Silika	Kaynak
Çeltik	21	79	26	33	7	13	Sharma(1974)
Buğday	20	80	36	39	10	6	Sharma(1974)
Arpa	19	81	27	44	7	3	Fernandez ve ark (1972)
Yulaf	27	73	16	41	11	3	Saxena ve ark(1971)

Tablo 3. Bazı Buğdaygil samanlarının KM ve OM sindirilme dereceleri,%KM [47]

	Kuru madde	Organik madde
Pirinç samanı	48.86	57.41
Buğday samanı	43.47	47.13
Arpa samanı	47.36	50.19
Yulaf samanı	55.99	57.86

Çeltik Samanının Besleyici Değerinin Artırılması İçin Yapılan Uygulamalar

Çeltik samanının ruminantlar tarafından daha etkin değerlendirilmesini sağlamak amacıyla farklı metotlarla fiziksel, kimyasal ve biyolojik muamelelere tabi tutulduğu birçok araştırma yapılmıştır [11,18,26,35]. Bu muamele yöntemlerinden biri ya da birkaç tanesi birlikte kullanılmaktadır. Tüm muamele yöntemlerinde amaç, lignoselülozik biyokütleyi parçalayarak veya gevşeterek önemli derecede karbonhidrat kaybı olmadan lignini ayrıştırmaaktır. Çeltik samanının besleyici değerinin artırılması için yapılan uygulamalar Şekil 1’de özetlenmiştir.

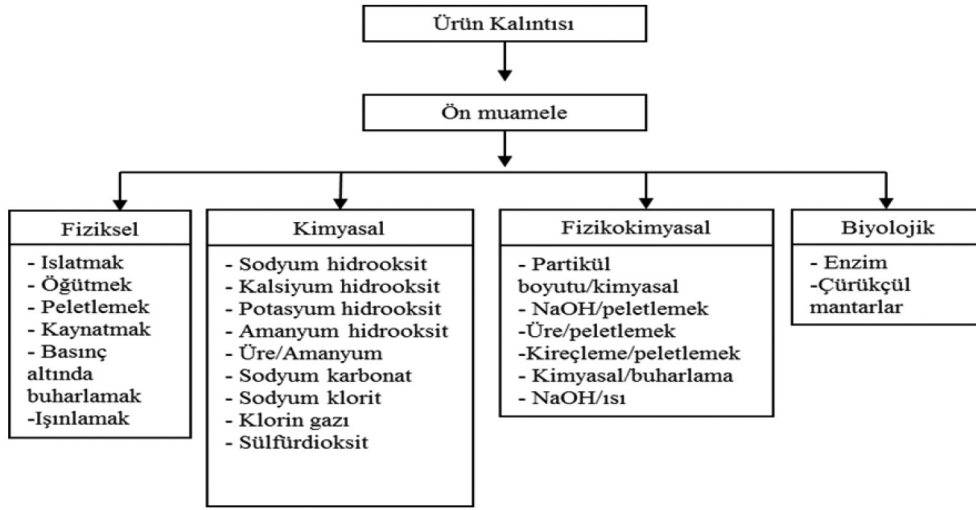
Fiziksel Muameleler

Fiziksel muamele yöntemleri, tarım artıklarının partikül boyutunu azaltmak için uygulanan öğütme, ıslatma, parçalama ve peletleme yöntemleri ile iyonize ışınlama ve basınçlı buhar muamelelerini kapsamaktadır. Fiziksel muamele teknolojilerinin temel amacı, herhangi bir kimyasal kullanmaksızın çeşitli araçlarla mekanik olarak yapısal ve içeriksel engelleyicileri biyokütleden ayırmak, lignoselülozik yapıyı gevşetmek ve böylece enzimatik hidroliz oranını ve selüloz ya da hemiselülozun rumende faydalanabilirliğini artırmaktır [36]. Fiziksel muamele yöntemleri kimyasal veya biyolojik muameleler öncesinde, kombine olarak ya da sonrasında uygulanabilmektedir.

Öğütme ve peletleme: Fiziksel muameleler arasında üzerinde en fazla çalışma yapılan yöntemlerdir [12]. Öğütme yöntemiyle samanın partikül boyutu azaltılırken yüzey alanı genişletilmektedir. Öğütülmüş saman daha sonra peletlenerek ruminant beslemede kullanılabilir. Öğütme ve peletleme yöntemleri samanının besin değerini değiştirme-

mekle birlikte hayvanın yem tüketimini ve yemin rumenden geçiş hızını artırmaktadır. Yemin pasaj

hızının artması selüloz sindirimini düşürdüğünden bu yöntem ruminantlar için önerilmemektedir [25].



Şekil 1. Çeltik samanına uygulanabilecek muamele metodları [20].

Basınç altında buhar (buhar patlama): Bu muamele yöntemi herhangi bir kimyasal kullanmadan lignoselülozik materyalin yüksek-basınçlı buhar ile hızlı bir şekilde ısıtılmasına dayanmaktadır. Bu yöntemle selülozun ve hemiselülozun çözündürülmesi ve / veya sindirilebilir materyallerin lignin veya silisyumdan bağımsız hale getirilmesi bu yemlerin enerjilerinin kullanılabilirliğini arttırdığı bildirilmektedir [19,26]. Liu ve arkadaşlarının [26] çeltik samanını yüksek basınçlı tanklarda farklı basınçlar ve sürelerde buharla muamele ettikleri çalışmada, süre ve basınç değerlerine bağlı olarak çeltik samanının 24 saat sonunda in vitro kuru madde sindirilebilirliğinin artış gösterdiğini fakat hücre duvarı unsurlarının (NDF, ADF ve hemiselüloz) potansiyel sindirilebilirliğinde artış görülmediğini bildirmişlerdir.

İyonize ışınlar: İyonize ışınlar lignoselülozik maddelerde selülozu oksidatif olarak monomerlerine parçalayarak etkisini göstermektedir[1]. İyonize ışınlarla yapılan çalışmalarda, genellikle Kobalt (Co) 60'dan elde edilen gama ışınları kullanılmıştır. McManus ve ark.[30], çeltik samanını farklı dozlarda (0-2 megagray) 60Co gama ışını ile muamele etmişlerdir. Muamele edilmemiş çeltik samanının %48 olan in situ kuru madde sindirilebilirliğinin 1 MGy (megagray) ve 2 MGy dozlarında ışınlanan samanlarda sırasıyla %76 ve %85 düzeylerine ulaştığını, ancak daha düşük düzeydeki ışın dozlarının

(0.05,0,10 ve 0.25MGy) çeltik samanını in situ kuru madde sindirilebilirliğine etki göstermediğini bildirmişlerdir.

Fiziksel muamele metodlarından basit makinelerle (batöz) yapılan doğrama, parçalama dışındaki metodlar pahalı makinalar, endüstriyel yapılanmalar gerektirdiğinden ve uygulanmaları sırasındaki enerji sarfiyatı gibi sebeplerden dolayı küçük ölçekli işletmeler için pratik ve ekonomik olmamaktadır [36,38].

Kimyasal Muameleler

Kimyasal muamelelerde saman gibi lignoselülozik yapıya sahip materyaller oksidatif ve hidrolitik maddelerle muamele edilmektedir. Ozon (O₃), kükürt dioksit (SO₂), klorit (ClO₂), perasetik asit (C₂H₄O₃) ve permanganat (MnO₄) kimyasal muamele çalışmalarında kullanılan oksidatif maddelerdir [12]. Oksidatif muamelelerde kullanılan maddeler hücre duvarı unsurlarından lignini parçalayarak lignoselülozik yapıyı bozmaktadır. Lignin-hemiselüloz matriksindeki bozulma ile materyalin gözenekliliği artırılarak, rumen bakterilerinin geniş bir yüzey alanı ile selüloz ve hemiselüloza ulaştırılması sağlanmaktadır. Hidrolitik maddeler ise sodyum hidroksit (NaOH), amonyak (NH₃) ve üre (H₂N-CO-NH₂) gibi kimyasal muamelelerde en çok kullanılan ve uygulanması bakımından pratik ve ekonomik kabul edilen alkalilerdir.

Alkaliler ile muamelede lignoselülozik yapı içindeki hemiselüloz, lignin ve silika kısmi olarak çözünürken selülozun molekülleri arasındaki hidrojen bağları parçalanmaktadır [12]. Temel olarak tüm kimyasal maddeler, farklı etki mekanizmalarıyla bitkinin hücre duvarı tarafından absorbe edilerek lignin, hemiselüloz ve selüloz matrisi arasındaki ester bağlarını parçalanmasını veya çözünmesini sağlamaktadır.[9]. Bu işlemler rumen mikroorganizmalarının yapısal karbonhidratlara daha kolay hücum etmesini sağlayarak çeltik samanının rumende yararlanabilirliğini ve hayvanın kuru madde tüketimini artırmaktadır [34,40].

Sodyum Hidroksit (NaOH) ile muamele: Samanın NaOH ile muamelesinde ıslak, yarı kuru ve kuru olmak üzere üç farklı yöntem uygulanmaktadır. Beckman metodu olarak da bilinen ıslak yöntemde, saman farklı yoğunluk ve hacimlerde hazırlanan NaOH karışımlarında bir süre bekletildikten sonra yıkanmaktadır. Bu yöntemde samanın %30-50'lerde olan organik madde sindirilebilirliği %70-75'lere, enerji değeri ise iki katına kadar çıkabilmektedir [21]. Ancak bu yöntemde yıkanma sırasında suda çözünen organik maddelerden dolayı kuru madde kaybı oluşmaktadır. NaOH muamelelerinde lignin, silisyum ve hemiselüloz çözünen maddeler arasındayken selüloz ise çözünmemektedir [41]. Yarı kuru yöntemde saman NaOH solüsyonu ile karıştırıldıktan sonra karışım presten geçirilerek, kullanılan NaOH'ın yarısı geri kazanılmaktadır. Bu işlem sonrası saman kurutulur ya da pelet halinde kullanılmaktadır. Kuru yöntem ise ıslak ve yarı kuru yöntemlere göre gerek kullanılan araç gereçler gerekse harcanan enerji miktarları kıyaslandığında avantajlı gözükmemektedir. Kuru yöntemde farklı hacim ve yoğunluklarda hazırlanan NaOH solüsyonu samana püskürtülerek uygulanmakta ve yıkanmadan doğrudan hayvanların tüketimine sunulmaktadır. 3-8gr NaOH/100gr saman oranında yapılan muamelelerde samandaki NaOH'ın yüksek alkali yapısı ve Na içeriği hayvanlarda herhangi bir sağlık problemi oluşturmamıştır. Ancak NaOH muamelelerinde in vitro çalışmalarda elde edilen sindirilebilirlik artış oranlarının in vivo çalışmalarda elde edilememesinin NaOH'ın rumen fermentasyonuna olumsuz etkisinden dolayı olduğu düşünülmektedir [21]. NaOH muamele yöntemleri ekonomik ve pratik olmaması, NaOH'ın yapısındaki sodyumun yüksek miktarda

saçılarak çevre kirliliğine sebebiyet vermesi gibi dezavantajlarından dolayı son yıllardaki çalışmalar amonyak ve üre muameleleri üzerine yoğunlaşmıştır [45,49].

Amonyak (NH₃) ile Muamele: NH₃ veya üre ile muamelelerin çeltik samanı hücre duvarı unsurları üzerindeki etkisi NaOH muamelesiyle benzerlik göstermektedir. Ancak sindirilebilirlik artışları NaOH ile muamele çalışmalarıyla kıyaslandığında daha düşüktür [28]. NaOH ile muamele edilmiş samanlardaki in vitro kuru madde sindirilebilirlik değerlerindeki artışların NH₃ ile muamele edilen samanlara kıyasla ortalama %16 daha fazla olduğu bildirilmiştir [12]. Amonyak ve ürenin NaOH 'a göre daha kolay uygulanabilir olması, ucuz olması ve muamele edilen samanın azot miktarını yükseltmesi gibi olumlu yönde etkileri sebebiyle bu konuda yoğun çalışmalar yapılmıştır [17,34,38,40,45]. Amonyakla muamele çalışmalarındaki etkinlik kullanılan amonyağın miktarı (optimum 20-30kg/ton), formu (sıvı-gaz) sıcaklık, muamele süresi, kullanılan su miktarı (optimum=293kg/ton) ve muamele edilecek materyalin kalitesi gibi faktörlere bağlıdır [45]. Selim ve arkadaşları [40], çeltik samanını polietilen torbalarda 4 hafta süreyle gaz formdaki NH₃ ile (3g NH₃ 100g KM) muamele ettikleri çalışmada, samanının azot içeriğinin 8.16 g/kg'dan 18.4 g/g 'a (ham protein içeriği 51 g/kg dan 115 g/kg'a), ADF içeriğinin 303g/kg'dan 327g/kg'a artış gösterdiği, NDF içeriğinin ise 571g/kg'dan 551 g/g'a düşüğünü bildirmişlerdir. Sundstøl ve arkadaşları [46], koyunlarla yaptıkları bir çalışmada ise %5 oranında amonyakla muamele edilmiş çeltik samanının in vivo kuru madde sindirilebilirlik derecesinde %33 oranında artış sağlandığını bildirmişlerdir. Amonyakın oldukça uçucu oluşu, sıvı karışımlardan ayrılmasını kolaylaştırmaktadır. Amonyakın bu özelliği tekrarlı olarak kullanılabilmesine olanak sağlamaktadır. Endüstriyel bir kimyasal olduğundan kolaylıkla temin edilebilmektedir. Hücre duvarı unsurlarının rumende faydalanabilirliğinin yanında samana azot katkısı sağlaması ruminant beslemede proteince zengin yemlerin maliyetini azaltması bakımından oldukça önemlidir.

Üre (NH₂-CO-NH₂) ile Muamele: Çeltik samanı, suda çözüldüğünde amonyak salan üre kullanılarak da muamele edilmektedir [42]. Üre ile muamele yönteminde samanlar 4-5kg üre /1 ton su olacak

şekilde hazırlanan solüsyonlarda ıslatıldıktan sonra sıkıştırılarak silolanmaktadır. Silolanan saman 4-6 hafta sonra hayvanların tüketimine sunulacak hale gelmektedir. Schiere ve arkadaşları [38], süt sığırları ile yaptıkları bir çalışmada %4 üre muamelesi ile çeltik samanının in vivo kuru madde sindirilme derecesinde ve kuru madde tüketiminde sırasıyla %16 ve %28 oranında artışlar elde ettiklerini bildirmişlerdir. Hart ve Wanapat [18] ise, Asya Mandaları ile yaptıkları bir çalışmada %3 oranında üre ile muamele edilmiş çeltik samanının in vivo OM sindirilme derecesinde %17 oranında artış gözlemlemiştir. Sirohi ve Rai [43], çeltik samanı zayıf bir alkali olan kireç ve üreyi farklı oranlarda birlikte kullanarak muamele ettikleri çalışmada, %3 üre ve %4 kireç kombinasyonun 3 haftalık inkubasyonunda çeltik samanının rumende kuru madde yıkılabilişirliğini artırmada en etkili yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca kireç muamelelerinde gözlemlenen küf oluşumunun üre kombinasyonu ile önüne geçilmiştir. Üre NaOH ve NH₃'a göre oldukça ucuz bir materyaldir ve çiftçiler tarafından yaygın olarak kullanıldığından kolay temin edilebilmektedir. Katı bir kimyasal olduğu için diğer muamele metotlarına göre işlenmesi, taşınması ve uygulanması kolay ve pratiktir [3].

Samanların amonyak ve üre ile muamelesi konusunda yapılan çoğu çalışmada, amonyağın üreye göre daha etkili olduğu bulunmuştur [49]. Bu durum, amonyağın bir kısmının saman materyali tarafından bağlanmasına ve materyalde daha uzun süre kalmasına [17] dayandırılmaktadır. Bu bağlanmadan dolayı, sindirim organlarında nitrojenin çok daha yavaş açığa çıktığı ve bunun sonucu olarak da rumen mikroorganizmaları tarafından daha etkili bir şekilde değerlendirildiği bildirilmektedir [24].

Kimyasal muameleler pahalı bir ekipman gerektirmemesi ve uygulama prosedürlerinin basit olması sebebiyle en pratik yöntem gibi görünmektedir. Ancak kimyasal muamele yöntemlerinde kullanılan maddelerin çevre kirliliğine yol açması ve insan sağlığını tehdit etmesi, bu muamele yöntemlerinin pratik olarak uygulanmasını kısıtlayan en önemli faktörlerdir.

Biyolojik Muameleler

Beyaz Çürükçül mantarlar: Biyolojik muamele işlemlerinde mantarlar (funguslar) veya bunların

enzimleri çeltik samanı gibi tarım artıklarının lignoselülozik yapısını parçalamak ve besleyici değerini artırmak için kullanılmaktadır. Lignoselülozik yapıyı parçalayan funguslar oluşturdukları çürükçül tipine göre beyaz çürükçül, kahverengi çürükçül ve yumuşak çürükçül olmak üzere üç grupta incelenmektedirler. Beyaz ve kahverengi çürükçül funguslar basidiomisetler grubuna aitken, yumuşak çürükçül funguslar askomisetlerdendir. Kahverengi çürükçül funguslar etkisini yalnızca selülozda gösterirken, beyaz çürükçüller tüm hücre duvarı unsurlarını (hemiselüloz, selüloz ve lignin) ayrıştırabilme potansiyeline sahiptir [12]. Çeltik samanı gibi lignoselülozik yapıya sahip tarım artıklarının ruminant beslemede faydalanabilirliğini artırma çalışmalarında birçok beyaz çürükçül fungus türleri kullanılmıştır. Beyaz çürükçül funguslar ilk olarak substrattaki kolay eriyebilir karbonhidratları tüketmekte ve sonrasında lignoselülozik kompleksi parçalayıp selüloz ve hemiselülozu kendi metabolizması için kullanmaktadır [12]. Bu durum organik madde kaybına yol açarak samanın artırılmaya çalışılan besleyici değerini düşürmektedir. Bu sebeple muamele yönteminde kullanılacak beyaz çürükçül fungusun türünün (seçici olarak lignini parçalayan türler) ve substratla olan inkubasyon süresinin tayini oldukça önem taşımaktadır. Çeltik samanının *Coprinus fimetarius*386 ile 2 ve 4 haftalık sürelerde inkubasyonu ile yapılan bir çalışmada [35], her iki deneme grubunda samanın lignin oranı artarken selüloz oranı azalmıştır. Bu çalışmada kullanılan *Coprinus fimetarius*386'nın ligninden çok karbonhidrat kaybına sebep olması sebebiyle mantar muamelelerine uygun olmadığını göstermektedir. Karunananda ve ark. [23] ise, üç farklı beyaz çürükçül mantarı (*Cyathus stercoreus*, *Phanerochaete chrysosporium* ve *Pleurotus sajor-caju*) çeltik samanının yaprak ve gövde kısımlarına ayrı ayrı muamele ettikleri çalışmada, *Cyathus stercoreus* ve *Pleurotus sajor-caju* ile muamele edilen samanın her iki kısmında da (yaprak ve gövde) en yüksek in vitro kuru madde sindirilebilirlik derecelerine ulaştığını bildirmişlerdir. Bisaria ve ark. [6], çeltik samanını *Pleurotus sajor-caju* ve *Pleurotus ostreatus* ile 25°C'de 25 gün süreyle inkubasyona bıraktıkları bir çalışmada, çeltik samanının muamele öncesinde % 3 olan HP miktarının *P.sajor-caju* kullanılan deneme grubunda % 17, *P.ostreatus* kullanılan deneme grubunda %19.2 düzeyine çıktığını tespit etmişler-

dir. Selüloz, hemiselüloz ve lignin kayıplarının ise sırasıyla P. Sajor-caju'da %45.8, %16.8, ve %47.1, P.ostreatus'da %56.5, %40.4, ve %50 olduğunu bildirmişlerdir. Fungus muamelelerinde ham protein değerlerindeki artışların substrattaki azot miktarının artması, ortama yardımcı substrat olarak NH₄N₃ eklenmesi, miks kültür halinde inkubasyonlar ve mantarın tek hücreli protein kaynağı olarak gelişmesi sonucu gerçekleştiği bildirilmiştir [4]. Fungal muameleler sırasında lignoselülozik materyalin içerdiği nem oranı ve parça boyutu, ilave katkılar (Mn, Cl, Cu ya da H₂O₂ vb), sıcaklık, havalandırma, zaman gibi parametreler önemlidir. Ligninin parçalanması ve beyaz çürükçül mantarların ligninolitik aktivitesi için substratın içerdiği nem oranı %70-80 olmalıdır. Mn+2 varlığı lignin parçalanmasında rol alan enzimlerin sentezini arttırmaktadır. Ligninin parçalanması oksidatif bir işlem olduğundan dolayı fungusun oksijene ulaşılabilirliği sağlanmalıdır. Bunun gibi birçok optimal koşul ve gerekli materyallerin sağlanmasındaki zorluk dolayısıyla bu yöntem ruminant beslemede efektif ve ekonomik olarak kullanılamamaktadır [36].

Ekzojen Fibrolitik Enzimler: Çeltik samanının tek başına enzim ile muamelesi lignin ve diğer hücre duvarı unsurları arasındaki bağları gevşetmekte yetersiz kalmakta ve bu nedenle diğer muamele metotları ile birlikte kullanıldığında daha etkili olabilmektedir. Çeltik samanının selüloz, proteaz ve ksilanaz enzimlerini NH₃ ile muamele yöntemiyle [11], selüloz enzimini basınçlı buhar muamele yöntemiyle [27], ksilanaz, β-glukonaz, karboksimetil-selüloz ve amilaz içeren multi enzim kompleksinin NaOH ile muamele yöntemiyle [51] kombine edilerek uygulandığı çalışmalar yapılmıştır.

Eun ve ark. [8], %3 amonyak muamelesinden sonra çeltik samanının ksilanaz, selüloz, proteaz enzimleri ile ayrı ayrı muamele ettikleri çalışmada in vitro kuru madde sindirilebilirlik derecelerinde sırasıyla %29, %4 ve %16 oranlarında artışlar gözlemlenmişlerdir. Liu ve Ørskov [27], muamele edilmiş ve basınçlı buhar yöntemiyle muamele edilmiş çeltik samanını selüloz enzimi ile muamele ettikleri çalışmada OM sindirilebilirlik derecelerinin sırasıyla %46.8–48.7 ve %52.0–54.5% olduğunu gözlemlenmişlerdir. Selçuk ve ark. [39] ise, Trichoderma reseei kaynaklı selüloz enzimini farklı düzeylerde (%1,%1.5,%2) ve sıcaklıklarda (22, 40°C) doğru-

dan çeltik samanı ile muamele ettikleri çalışmada ise en yüksek düzeyde sindirilebilirlik artışlarının 40°C 'de %2 oranında enzimle muamele edilen çeltik samanında olduğunu bildirmişler ve bu deneme grubunda in vitro gerçek KM ve OM sindirilebilirlik değerlerinde muamele edilmemiş samana oranla sırasıyla %7.1 ve %8.2 düzeylerinde artışlar gözlemlenmişlerdir. Enzimlerin saman ve birçok atık ürünlerin besleyici değerini artırdığı kanıtlanmış olsa da uygulanmasının pratik ve ekonomik olmaması, bu metodu sınırlayan en önemli faktörlerdir. Ayrıca biyolojik muamele metotları kendi aralarında kıyaslandığında mantarlardan izole edilmiş enzimlerin muamelesi, doğrudan mantar muamelesine kıyasla pahalı ve uygulanması bakımından daha zordur [36].

Sonuç

Dünyada tarıma elverişli topraklar sınırlı olduğundan bu alanlar, hayvan yemi üretiminden çok insanların beslenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Ancak hızla artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılayabilmek için bitkisel üretimle beraber hayvansal üretimin de artırılması gerekmektedir. Hayvanların yem ihtiyacının karşılanmasında, bitkisel kaynaklı yem ve son ürünlerin alternatif yem kaynakları olarak kullanılması önem taşımaktadır. Ülkemiz hayvancılığında mevcut kaba yem açığı dikkate alındığında, çeltik samanı gibi tarım artığı ürünlerini tarlalarda yakarak çevreye ve toprağa zararlar vermek yerine, fiziksel, kimyasal ve biyolojik muamele yöntemleriyle besleyici değeri artırıldıktan sonra hayvan beslemede etkin bir şekilde kullanılabilmesi mümkün gözükmektedir.

Kaynaklar

1. Acar J (1999): Mikroorganizmaların öldürülmesi. Alınmıştır: Gıda Mikrobiyolojisi. Edit: Ünlütürk, A., Turantaş, F., Mangi Tan Basımevi, İzmir, s:241-246."
2. Agbagla-Dohnani A, Noziere P, Gaillard-Martinie B, Puard M, Doreau M (2003): Effect of silica content on rice straw ruminal degradation. J. Anim. Sci. 140:183-192.
3. Akter Y, Akbar M, Shahjalal M and Ahmed T (2004): Effect of urea molasses multi-nutrient blocks supplementation of dairy cows fed rice straw and green grasses on milk yield, composition, live weight gain of cows and calves and feed intake. Pak. J. Biol. Sci. 7(9):1523-1525.
4. Bayram I (1997): Bazı tarımsal artıkların çürükçül mantarlarla delignifiye edilerek yem değerlerinin artırılma olanaklarının araştırılması. Ankara Vet. Fak. Derg. 44: 1-9,1997.

5. Beyatlı Y (1996):Biyoteknoloji ve Biyoprotein Üretimi, Kükem Derneği, 19, 23.
6. Bisaria VS, Saxena SK, Manihar RB, Gopalkrishnan KS (1984):Solid-State Fermentation of Plant Residues for Improved Animal Feed by *Plcurotus* sp. *Appl Biochem Diotechnol* 9:341.
7. Bunter W (2007):Straw grain ratio for cultivated rice .*Technical Notes-Agronomy-52(Rev)*.
8. Capper BC (1988):Genetic variation in the feeding value of cereal straw. *Anim. Feed Sci. Technol.* 21, 127–140.
9. Chenost M, Kayouli C (1997): Roughage Utilisation in Warm Climates. *FAO Animal Production and Health Paper* 135,Rome.
10. Devendra C (1997):Crop residues for feeding animals in Asia: Technology development and adoption in crop/livestock systems. In: *Crop Residuals in Sustainable Mixed Crop/livestock Farming System* (Ed. C. Renard). CAB International; Wallingford, UK. pp. 241-267.
11. Eun JS, Beauchemin KA, Hong SH, Bauer MW (2006): Exogenous enzymes added to untreated or ammoniated rice straw: Effects on in vitro fermentation characteristics and degradability. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131:86-101.
12. Fahey GC, Bourquin LD, Titgemeyer EC, Atwell DG (1993):Postharvest treatment of fibrous feedstuffs to improve their nutritive value.*Forage Cell Wall Structure and Digestibility.* 750. Sayfa.
13. FAO (2017):Dünya çeltik üretim miktarları.URL:<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
14. Fernandez J, Greenhalgh JFD (1972): The digestibility and acceptability to sheep of chopped or milled barley straw soaked or sprayed with alkali. *J. Agric. Sci., Camb.*, 78: 477--485.
15. Gül U (2003): Çeltik. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü*, Ankara, sayı 3, nüsha 15.
16. Güngör T, Başalan M, Aydoğan I (2008):Kırıkkale yöresinde üretilen bazı kaba yemlerde besin madde miktarları ve metabolize olabilir enerji düzeylerinin belirlenmesi. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 55, 111-115.
17. Hadjipanayiotou M, Economides S (1997):Assessment of various treatment conditions affecting the ammoniation of long straw by urea. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd9/5/milt952.htm>
18. Hart FJ, Wanapat M (1992):Physiology of digestion of urea-treated rice straw in swamp buffalo. *Asian–Austral. J. Anim. Sci.* 5, 617–622.
19. Hart MR, Walker JHG, Graham RP, Hanni PJ, Brown AH, Kohler GO (1981):Steam treatment of crop residues for increased ruminant digestibility. I. Effects of process parameters. *J. Anim. Sci.* 51(2), 402-408.
20. Ibrahim MNM (1983):Physical, chemical, physico-chemical and biological treatments of crop residues. In: *The Utilization of Fibrous Agricultural Residues* (Ed. G. R. Pearce). Australian Development Assistance Bureau, Research for Development Seminar three, Los Banos, Philippines, 18-23 May 1981.Australian Government Publishing Service, Canberra, Australia. pp. 53-68.
21. Jackson MG (1977): The alkali treatment of straws. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2: 105-1
22. Kahlon TS (2009): Rice bran: production, composition, functionality and food applications, physiological benefits. In: Choo SS, Samuel P, eds. *Fiber ingredients: food applications and health benefits*. Boca Raton, Fla: Taylor and Francis Group LLC, 2009;305–321.
23. Karunanandaa K, Varga GA, Akin DE, Rigsby LL and Royse DJ (1995): Botanical fractions of rice straw colonized by white-rot fungi: Changes in chemical composition and structure. *Anim. Feed Sci. Technol.* 55:179-199.
24. Kılıc A, Sevgican F, Sayan Y, Capcı T (1990): Susuz amonyak ile işlem görmüş ve gormemiş sap ve samanın yem değeri ve bunların kuzu besiciliğinde kullanıma olanaklarının araştırılması. *Tr. J. Of Veterinary and Animal Sci.*, 14 (1): 72-82.
25. Kristensen VF, Israelsen M, Neimann-Sorensen A (1981):Processed feed from straw for ruminants. *The American Association of Cereal Chemists ST. PAUL*, p.589-611,Minnesota.
26. Liu, JX, Ørskov ER and X. B. Chen.(1999)Optimization of steam treatment as a method for upgrading rice straw as feeds.*Anim. Feed Sci. Technol.* 76:345-357. *Anim. Feed Sci. Technol.* 76:345-357.
27. Liu JX, and Ørskov ER.(2000):Cellulase treatment of untreated and steam pre-treated rice straw-effect on in vitro fermentation characteristics. *Anim. Feed Sci. Technol.* 88:189-200.
28. Males J (1987):Optimizing the utilization of cereal crop residues for beef cattle.*J. Anim.Sci.* 65:1124-1130
29. Maneerat W, Prasanpanich S, Tumwasorn S, Laudadio V, Tufarelli V (2015): Evaluating agro-industrial by-products as dietary roughage source on growth performance of fattening steers. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22, 580–584.
30. McManus WR, Manta L, McFarlane JD, Gray AC (1972):The effects of diet supplements and gamma irradiation on dissimilation of low quality roughages by ruminants.II.Effects of feeding gamma-irradiated base diets of wheaten straws and rice straw to sheep.*J. Agric.Sci.(Camb.)* 79:55-66.
31. Muğlalı H (1993):Samanın lignolitik aktiviteli mikroorganizmalarla muamele edilerek yem değerinin artırılma olanaklarının araştırılması. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Doktora Tezi . Ankara.
32. Nurfeta A, Tolera A, Eik LO, Sundstøl F (2007): Feeding value of ensiled (*Ensete ventricosum*), *Desmodium intortum* hay and untreated or urea and calcium oxide treated wheat straw for sheep. *Doi: 10.1111/j.1439-0396.2007.00784.x*.
33. Phakachoen N, Lounglawan P, Suksombat W(2012): Effects of xylanase supplementation on ruminal digestibility in fistulated non-lactating dairy cows fed rice straw. *Livestock Science*,149: 104-108.
34. Prasad RDD, Reddy MR, Reddy GVN (1998): Effect of feeding baled and stacked urea treated rice straw on the performance of crossbred cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 73:347-352.
35. Rai SN, Walli TK, Gupta BN (1989):The chemical composition and nutritive value of rice straw after treatment with urea or Coprinus fimetarius in a solid state fermentation system.*Anim. Feed Sci. Technol.*26:81-92
36. Sarnklong C, Cone JW, Pellikaan W, Hendricks H (2010): Utilization of Rice Straw and Different Treatments to Improve Its Feed Value for Ruminants. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol. 23, No. 5 : 680 – 692.
37. Saxena SK, Otterby DE, Donker JD, Good AI (1971):Effects of feeding alkali treated oat straw supplemented with soybean meal or non-protein nitrogen on growth of lambs and on certain blood and rumen liquor parameters. *J. Anita. Sci.*, 33: 485--490.
38. Schiere JB, Ibrahim MNM (1989): Feeding of urea ammonia treated rice straw: A compilation of miscellaneous reports produced by the Straw Utilization Project (Sri Lanka).*Pudoc, Wageningen*.
39. Selçuk Z, Salman M, Çetinkaya N (2014): Sellülaz Enzimi Muamelesinin Çeltik Samanı Sindirilebilirliği Üzerine Etkisi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 22 (1): 43-48.
40. Selim, ASM, Pan J, Takano T, Suzuki T, Koike S, Kobayashi Y, Tanaka K (2004): Effect of ammonia treatment on physical strength of rice straw, distribution of straw particles and particle-associated bacteria in sheep rumen. *Anim. Feed Sci. Technol.* 115:117-128.

41. Sharma SD (1974): A study of roughage silica solubility. Doktora tezi G.B. Pant University, Pantnagar.
42. Shen H, Sundstøl SF, Eng ER, Eik LO (1999): Studies on untreated and urea-treated rice straw from three cultivation seasons: 3. Histological investigations by light and scanning electron microscopy. *Anim. Feed Sci. Technol.* 80:151-159.
43. Sirohi SK, Rai SN (1995): Associative effect of lime plus urea treatment of paddy straw on chemical composition and in vitro digestibility. *Indian J. Anim. Sci.* 65:1346-1351.
44. Sun L, Gong K (2001): Silicon-based materials from rice husks and their applications, American Chemical Society, 40, 5861-5877, USA
45. Sundstøl F, Coxworth EM (1984): Ammonia treatment. In: *Straw and Other Fibrous By-products as Feed* (Ed. F. Sundstøl and E. Owen). *Developments in Animal Veterinary Sciences*, 14. Elsevier, Amsterdam, pp. 196-247.
46. Sundstøl F, Coxworth E, Mowat DN, (1978): Improving the nutritive value of straw and other low quality roughages by treatment with ammonia. *World Anim. Rev.* 26, 13-21
47. Şehu A, Sakine Y, Önel AG (1996): Bazı buğdaygil samanlarının in vivo sindirilme dereceleri ve rumende parçalanma özellikleri. *Ankara Univ. Vet. Fak. Derg.* 43: 469-477.
48. Vadiveloo J (1992): Varietal differences in the chemical composition and in vitro digestibility of rice straw. *J. Agric. Sci.* 119:27-33.
49. Van Soest PJ (2006): Review: rice straw, the role of silica and treatments to improve quality. *Anim. Feed Sci. Technol.* 130:137-171.
50. Van Soest PJ, Jones HP (1968): Effect of silica in forages upon digestibility. *J. Dairy Sci.*, 51:1644-1648.
51. Wang Y, Spratling BM, ZoBell DR, Wiedmeier RD, McAllister TA (2004): Effect of alkali pretreatment of wheat straw on the efficacy of exogenous fibrolytic enzymes. *J. Anim. Sci.* 82:198-208.