

Fibrozyme®'in Çeşitli Yem Maddelerinin İn Vitro Sindirilebilirlik Özellikleri Üzerine Etkisi

İ. İsmet TÜRKMEN* B. Haluk GÜLMEZ** Mustafa EREN* Gülay DENİZ*** Ş. Şule GEZEN**

Geliş Tarihi: 19.04.2000

Özet: Bu çalışmada, fibrolitik bir enzim olan Fibrozyme'in bazı yem maddelerinin in vitro sindirilebilirlik özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Denemede 11 adet yem örneği kullanılmıştır. Örnekler biri kontrol olmak üzere 6 farklı dozda Fibrozyme ile muamele edilmişlerdir. Örneklerin kuru madde, organik madde ve ham selüloz sindirilebilirlikleri süt sığıru rumen sıvısının kullanıldığı in vitro metotla belirlenmiştir. Arpa, soya kabuğu ve konsantre yem karmasının kuru madde ve organik madde sindirilebilirlikleri, mısır silajı, saman, arpa, soya kabuğu, konsantre yem karması, kaba ve konsantre yem karması 1 ile kaba ve konsantre yem karması 2'nin ham selüloz sindirilebilirlikleri Fibrozyme'in çeşitli dozlarında kontrol gruplarından yüksek olmuştur ($P<0.05$). Yonca kuru otunun kuru madde, organik madde ve ham selüloz sindirilebilirlik değerleri ile kaba ve konsantre yem karması 2'nin organik madde sindirilebilirlik değerleri ise bazı Fibrozyme dozlarında kontrol gruplarından düşük olmuştur ($P<0.05$).

Sonuç olarak, Fibrozyme'in yem maddelerinin sindirilebilirlik özellikleri üzerine etkisinin enzim seviyesine ve yem türüne bağlı olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fibrozyme, İn Vitro, Sindirilebilirlik

Effect of Fibrozyme® on In Vitro Digestibility Characteristics of some Feed Ingredients

Summary: In this study, effects of Fibrozyme, that is a fibrolytic enzyme, on in vitro digestibility characteristics of some feed ingredients were investigated. In the experiment, eleven feed examples were used. The examples were treated at six different levels of Fibrozyme one of which was control. The dry matter, organic matter and crude fiber digestibility of the examples were determined by in vitro method used rumen liquor of dairy cattle. At some doses of Fibrozyme, the dry matter and organic matter digestibility of barley, soya hull, concentrate mix and the crude fiber digestibility of maize silage, straw, barley, soya hull, concentrate mix, forage-concentrate mix 1 and forage-concentrate mix 2 were higher than the control groups ($P<0.05$). The dry matter, organic matter and crude fiber digestibility values of alfalfa hay and the organic matter digestibility values of forage-concentrate mix 2 were lower than the control groups at some doses of Fibrozyme ($P<0.05$).

As a result, it is expected that the effect of Fibrozyme on digestibility characteristics of feed ingredients depends on the levels of the enzyme and kind of feed ingredient.

Key Words: Fibrozyme, In Vitro, Digestibility

Giriş

Ticari olarak üretilen enzimler halen yoğun bir biçimde nişasta, meyve suyu, şarap ve bira üretimi, deterjan ve tekstil sanayi gibi endüstrinin

pek çok alanında kullanılmaktadır¹. Son yıllarda ise verim artırıcı olarak hayvan besleme alanında da ve özellikle broiler yetiştiriciliğinde giderek artan bir biçimde kullanım alanı bulmaktadır². Hayvan beslemede kullanılan enzimler Tricho-

* Yard. Doç. Dr.; Uludağ Üni. Veteriner Fak. Hayvan Bes. ve Besl. Hast. Ana Bilim Dalı, Bursa-TÜRKİYE

** Araş. Gör.; Uludağ Üni. Veteriner Fak. Hayvan Bes. ve Besl. Hast. Ana Bilim Dalı, Bursa-TÜRKİYE

*** Araş. Gör., Dr.; Uludağ Üni. Veteriner Fak. Hayvan Bes. ve Besl. Hast. Ana Bilim Dalı, Bursa-TÜRKİYE

derma viride, Trichoderma reesei, Trichoderma longibranchiatum, Aspergillus niger ve Bacillus subtilis gibi mantar ve bakteri türlerinden elde edilen protein yapısında doğal bileşiklerdir³.

Ruminant rasyonlarında eksojen nitelikli ticari enzim ürünlerinin verim artırıcı yem katkı maddesi şeklinde kullanılmasına yönelik çalışmaların başlaması 1960'lı yıllara dayanmaktadır. Bu yıllarda sığır ve koyunlarda yapılan çeşitli çalışmalarda, yemlere katılan amilolitik, proteolitik ya da sellulolitik aktivitelere sahip enzimlerin besin maddelerinin sindirilebilirliğini ve hayvanların performanslarını iyileştirdiği^{4,5}, bazı çalışmalarda ise herhangi bir etkisinin olmadığı ya da negatif etkisinin görüldüğü ileri sürülmektedir^{6,7}. Yemlere enzim katılmasının olumlu etkilerinin olduğu bildirilen araştırmalarda^{4,5}, yemden yararlanmada iyileşme, kuru madde tüketiminde artış ve selüloz sindirilebilirliğinde yükselme görülmüştür. Son yıllara kadar ruminant rasyonlarında enzim kullanımı, fiyatlarının pahalı olması ve yapılan çalışmalardan birbirleriyle uyumsuz sonuçların alınması gibi sebeplerle rutin bir hale gelememiştir. Diğer taraftan bir çok ülkede verim artırıcı olarak ruminant rasyonlarına katılan antibiyotikler ile hormon ve hormon benzeri preparatların kullanımına yönelik yasaklama ya da sınırlamalara gidilmesi, hayvan beslemede şu ana kadar herhangi bir yan etkisi bildirilmeyen enzim ve probiyotikler gibi biyolojik yem katkı maddelerinin kullanımıyla ilgili çalışmalara ivme kazandırmaya başlamıştır.

Fibrozyme isimli enzim preparatı Aspergillus niger ve Trichoderma longibranchiatum isimli mantarların fermentasyon ekstraktları ve eriyenlerinden oluşmaktadır⁸. Enzimin ruminant rasyonlarında kullanılmak üzere ticari olarak üretilen eksojen nitelikte, minimum 100 U/g xylanase içeren ve dolayısıyla da fibrolitik bir aktiviteye sahip olduğu belirtilmektedir^{8,9}. Ayrıca, fungal kökenli olan Fibrozyme'in üretim aşamasında uygulanan glikozilasyon işleminden dolayı rumendeki proteolitik aktiviteye maruz kalarak parçalanmasının engellendiği ileri sürülmektedir^{9,11}.

Fibrolitik aktiviteye sahip çeşitli enzim preparatlarıyla son yıllarda yapılan çalışmalarda, enzimin uygulanış şekline, dozuna, rasyon tipine ve de yem maddesi türüne göre değişen etkilerin gözlemlendiği ve bu konudaki çalışmaların ilerletilmesine gereksinim duyulduğu belirtilmektedir^{2,12}. Ayrıca ruminant rasyonlarına katılan fibrolitik

enzimlerin etki mekanizmasının henüz tam olarak ortaya konulmadığı da bildirilmektedir². Bununla birlikte Cheng ve ark.¹⁷ yaptıkları bir çalışmada yemlerine fibrolitik özellikte enzim katılan sığırlarda selüloz sindirilebilirliğinde bir iyileşme saptamışlardır. Araştırmacılar bu iyileşmenin enzimin rumendeki endojenik enzim aktivitesini stimule etmesinden kaynaklanabileceğini ileri sürmüşlerdir. Benzer türden diğer bazı çalışmalarda ise direk olarak yeme katılan fungal orijinli mikroorganizmaların rumendeki bakteri sayısında artışa yol açtığı gösterilmiştir^{18,19}.

Bu çalışmanın amacı fibrolitik bir enzim preparatı olan Fibrozyme'in farklı dozlarda kullanılmasının in vitro şartlarda çeşitli yem maddelerinin sindirilebilirlik özellikleri üzerine etkisini incelemektir.

Materyal ve Metod

Araştırmada Tilley ve Terry tarafından bildirilen in vitro sindirilebilirlik metodu kullanılmıştır²⁰. Çalışmada 7 adet yem maddesine ve 4 adet özel olarak hazırlanmış yem karmasına biri kontrol olmak üzere 6 farklı dozda Fibrozyme (Alltech, Inc., USA) katılmıştır. Denemede yem maddesi olarak, soya kabuğu (SK), yonca kuru otu (YKO), saman, mısır silajı (MS), ayçiçeği tohumu küspesi (ATK), pamuk tohumu küspesi (PTK) ve arpa, yem karması olarak ise kaba yem karması (KABYK), konsantre yem karması (KONYK), % 40 kaba yem karması + % 60 konsantre yem karması (KKYK 1) ile % 60 kaba yem karması + % 40 konsantre yem karması (KKYK 2) kullanılmıştır. Yem karmalarının oluşturulmasında kullanılan yem maddeleri ve karmalara katılış miktarları Tablo I'de görülmektedir. Denemede in vitro inkübasyonlar için ilk önce her yem maddesi ve karmasından yaklaşık 0,5 g örnek alınarak 50 ml'lik plastik santrifüj tüplerine konulmuştur. Tüplerin içersine biri kontrol olmak üzere 6 farklı dozda, sırasıyla 0, 1, 2, 4, 8, 16 g/kg yem olacak şekilde Fibrozyme ve 40'ar ml özel olarak hazırlanmış rumen sıvısı konulmuştur. Rumen sıvıları ticari bir mezbahada kesilen 3 adet süt sığırından sağlanmıştır. Sığırların kesildikten hemen sonra rumenleri açılarak alınan rumen sıvıları, birbirleriyle karıştırılıp, 4 kat tülbentten süzülükten sonra McDougall²¹ tarafından bildirildiği gibi hazırlanan buffer solüsyonu (suni salya) ile 1/5 oranında karıştırılarak hazırlanmışlardır. Tüpler daha sonra 48 saat sü-

Tablo I. Yem Karmaları ve Karmaları Oluşturan Yem Maddelerinin Miktarları

YEM KARMALARI	KARMADAKİ MİKTARLAR (% Kuru Maddede)
Kaba Yem Karması	
Mısır Silajı	65,0
Yonca Kuru Otu	20,0
Saman	15,0
Konsantre Yem Karması	
Arpa	56,0
Soya Kabuğu	10,0
Ayçiçeği Tohumu Küşpesi	14,8
Pamuk Tohumu Küşpesi	14,8
¹ Mermer Tozu	2,4
Tuz	0,5
² Dicalciumphosphate	0,5
³ Vitamin ve Mineral Premiksi	1,0
Kaba ve Konsantre Yem Karması 1	
Kaba yem karması	40,0
Konsantre yem karması	60,0
Kaba ve Konsantre Yem Karması 2	
Kaba yem karması	60,0
Konsantre yem karması	40,0

¹Mermer Tozu: % 35,5 oranında Ca içermektedir,

²Dicalciumphosphate: Ophalpos®; % 18 P ve % 25 Ca içermektedir,

³Vitamin ve Mineral Premiksi: Tarvan®, Vit A 1,000,000 IU, Vit D₃ 200,000 IU, Vit E 1000 mg, Vit K₃ 50 mg, Vit B₁ 160 mg, Vit B₂ 300 mg, Niasin 10,000 mg, Vit B₆ 300 mg, Pantotenik asit 500 mg, Biotin 6 mg, Folik asit 50 mg, Vit B₁₂ 5 mg, Kolin klorid 40,000 mg, Vit C 1,000 mg, Zn 6,000 mg, Co 20 mg, Cu 1,000 mg, Se 25 mg, İ 80 mg, Mn 7,000 mg, Mg 15,000 mg, P 90,000 mg, Ca 165,000 mg içerdiği beyan edilmiştir.

reyle 38°C'de inkübe edilmişlerdir. İnkübasyon süresi sonunda 6000 rpm'de 15 dak. süreyle santrifüj edilerek, üstte kalan süper natant uzaklaştırılmıştır. Takiben, tüplere metoda göre hazırlanmış pepsin + 0,1 N HCL asit solüsyonu 40'ar ml konulmuş ve yukarıda belirtilen aşamaya benzer şekilde inkübe ve santrifüje edilmişlerdir. Deneğin sonunda tüplerde kalan kısımlar kuru madde (KM), organik madde (OM) ve ham selüloz (HS) yönünden AOAC'de²² bildirilen yöntemlere göre analiz edilmişlerdir. Analiz sonuçlarından denemede kullanılan yem türlerinin, KM, OM ve HS sindirilebilirlik değerleri belirlenmiştir. Bu araştırmadaki in vitro inkübasyon prosedürleri her yem maddesi ve karması ile her fibrozyme dozu için dörder tekrar olacak biçimde yürütülmüştür. Elde edilen sonuçların istatistik değerlendirmesi Minitab İstatistik Programı'nda "Tek Yönlü Varyans Analizi ve "Tukey Gerçek Önemli Fark Testi" kullanılarak yapılmıştır²³.

Bulgular

Çalışmada kullanılan yem maddeleri ile bu maddelerden hazırlanan yem karmalarının ham besin maddesi içerikleri Tablo II'de verilmiştir. Fibrozyme'nin farklı dozlarda yem maddeleri ve yem karmalarına katılmasıyla gerçekleştirilen denemeye ait veriler sırasıyla Tablo III ve Tablo IV'de gösterilmiştir.

Kuru Madde Sindirilebilirliği (KMS): Arpa, SK, KONYK örneklerine bakıldığında, bazı Fibrozyme gruplarının kuru madde sindirile-

Tablo II. Yem Maddeleri ile Yem Karmalarının Kuru Madde ve Ham Besin Maddesi İçerikleri

Yem Maddeleri ve Karmaları	Kuru Madde	Ham Protein	Ham Yağ	Ham Selüloz	Ham Kül	¹ Azotsuz Eks.Mad.
Mısır Silajı	27.03	8.50	2.77	19.43	20.18	49.12
Yonca Kuru Otu	88.67	17.94	2.39	24.25	10.10	45.32
Saman	91.91	3.45	1.24	45.64	6.95	42.72
Arpa	89.83	11.42	2.00	4.44	2.36	79.78
Soya Kabuğu	94.85	13.49	2.20	43.35	4.64	40.96
Ayçiçeği Tohumu Küşpesi	89.23	33.64	1.91	19.11	6.91	38.43
Pamuk Tohumu Küşpesi	90.55	36.02	2.82	19.05	7.32	34.79
Kaba Yem karması	49.07	10.33	2.43	24.72	17.03	45.49
Konsantre Yem Karması	90.73	18.14	2.17	13.46	7.90	58.33
Kaba ve Konsantre Yem Karması 1	74.33	14.91	2.27	17.56	12.28	52.98
(% 40 Kaba Yem + % 60 Konsantre Yem)						
Kaba ve Konsantre Yem Karması 2	65.67	13.63	2.37	19.17	12.40	52.43
(% 60 Kaba Yem + % 40 Konsantre Yem)						

1: Azotsuz Ekstrakt Maddeler; Hesap yoluyla bulunmuştur.

bilirlik yüzdeleri kontrol grubuna (0 g/kg Fibrozime) göre yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). YKO ve KKYK 2 üzerinde yapılan denemelerde ise çeşitli dozlarda Fibrozime katılan grupların kuru madde sindirilebilirlik değerleri kontrolden düşük bulunmuştur ($P<0.05$). KONYK ve KKYK 2'nin Fibrozime içeren gruplarının bazıları arasında önemli farklılıklar oluşmuştur ($P<0.05$).

Tablo III. Yem Maddelerinin Kuru Madde, Organik Madde ve Ham Selüloz Sindirilebilirlik Değerleri, (% Kuru Maddede, n=4)

Yem Maddeleri	Fibrozime g/kg	Kuru Madde Sindirilebilirliği $\bar{x} \pm Sx$	Organik Madde Sindirilebilirliği $\bar{x} \pm Sx$	Ham Selüloz Sindirilebilirliği $\bar{x} \pm Sx$			
Mısır Silajı	0	37.89	1.24	52.03	0.96	23.45 ^d	2.16
	1	41.66	3.11	56.18	2.33	30.50 ^{bc}	1.09
	2	40.87	1.72	57.00	1.34	38.92 ^{ab}	2.87
	4	42.91	3.20	57.44	2.55	41.46 ^a	1.45
	8	40.96	1.63	54.60	1.25	26.79 ^d	1.38
	16	42.21	3.18	56.20	2.40	29.62 ^d	1.82
Yonca Kuru Otu	0	59.19 ^a	2.09	60.96 ^a	2.00	57.52 ^a	1.37
	1	55.12 ^{ab}	2.28	56.91 ^{ab}	2.19	56.54 ^{ab}	2.56
	2	46.81 ^b	3.20	48.51 ^{bc}	3.09	49.79 ^{abc}	2.44
	4	43.50 ^b	1.95	45.22 ^c	1.89	37.15 ^c	3.11
	8	48.07 ^{ab}	1.93	63.16 ^a	1.37	44.19 ^{bc}	4.69
	16	45.92 ^b	4.07	46.40 ^{bc}	3.86	42.70 ^c	1.39
Saman	0	29.63	1.58	33.30	1.49	35.47 ^{bc}	0.85
	1	31.72	2.02	35.63	1.90	40.66 ^{ab}	0.81
	2	35.52	4.32	38.98	4.09	50.10 ^a	4.14
	4	37.89	4.53	37.03	2.84	49.20 ^a	1.56
	8	28.23	3.00	41.47	4.27	50.41 ^a	1.52
	16	26.95	1.97	31.04	1.86	28.21 ^c	2.96
Arpa	0	81.70 ^b	2.06	82.13 ^b	2.01	63.22 ^c	0.69
	1	84.33 ^{ab}	3.49	85.08 ^{ab}	3.32	66.06 ^c	0.77
	2	86.55 ^{ab}	0.61	87.13 ^{ab}	0.59	78.73 ^{ab}	2.63
	4	87.47 ^{ab}	1.41	87.96 ^{ab}	1.36	69.64 ^{bc}	1.60
	8	89.46 ^{ab}	0.67	90.11 ^a	0.63	79.86 ^{ab}	0.88
	16	90.71 ^a	0.47	91.01 ^a	0.45	85.87 ^a	5.37
Soya Kabuğu	0	75.98 ^b	2.73	77.21 ^b	2.59	89.52 ^b	1.44
	1	85.99 ^a	0.94	86.41 ^a	0.91	94.85 ^a	1.21
	2	82.75 ^{ab}	1.22	83.22 ^{ab}	1.19	93.24 ^{ab}	0.37
	4	83.68 ^{ab}	2.66	84.53 ^{ab}	2.53	96.63 ^a	0.93
	8	83.15 ^{ab}	2.32	83.79 ^{ab}	2.23	93.94 ^{ab}	1.01
	16	80.88 ^{ab}	1.83	81.58 ^{ab}	1.76	90.09 ^b	1.04
Ayçiçeği Tohumu Küşesi	0	58.36	0.68	58.80	0.68	48.56 ^{ab}	1.03
	1	58.25	1.38	58.60	1.37	51.89 ^{ab}	1.67
	2	60.69	1.07	61.02	1.06	54.48 ^a	1.74
	4	55.92	2.23	56.16	2.22	51.55 ^{ab}	1.06
	8	55.15	3.88	55.90	3.81	46.54 ^b	1.61
	16	55.81	2.16	56.55	2.12	46.71 ^b	1.34
Pamuk Tohumu Küşesi	0	51.11	0.81	52.09	0.79	46.74	1.24
	1	52.43	1.41	53.05	1.39	44.83	1.47
	2	49.22	1.49	50.01	1.46	43.51	0.77
	4	49.04	1.36	49.70	1.34	46.57	1.83
	8	50.49	1.90	51.04	1.88	44.91	1.98
	16	51.01	1.39	51.67	1.37	44.82	1.49

Aynı sütunda farklı harfler taşıyan gruplar arasındaki farklar önemlidir, $P<0.05$.

Organik Madde Sindirilebilirliği (OMS): Arpa, SK, KONYK örneklerinde Fibrozime'nin çeşitli dozlarda kullanıldığı gruplardan alınan organik madde sindirilebilirlik değerleri kontrol grubuna göre yüksek ($P<0.05$), YKO ile KKYK 2'nin Fibrozime içeren bazı gruplarından elde edilen değerler ise düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Ayrıca YKO ve KKYK 2 örneklerinde Fibrozime içeren bazı gruplar arasında organik madde sindirilebilirlik yüzdeleri bakımından farklılıklar meydana gelmiştir ($P<0.05$).

Ham Selüloz Sindirilebilirliği (HSS): Arpa, MS, saman, SK, KONYK, KKYK 1 ve KKYK 2'de bulunan Fibrozime katılmış bazı grupların kontrol gruplarından daha yüksek ($P<0.05$) ham selüloz sindirilebilirlik oranlarına sahip oldukları anlaşılmaktadır. YKO'nun Fibrozime içeren bazı gruplarından alınan sindirilebilirlik değerleri ise kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Ayrıca, MS, YKO, Saman, Arpa, SK, ATK, KONYK, KKYK 1 ve KKYK 2'de, Fibrozime içeren grupların bazıları arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır ($P<0.05$).

Tartışma ve Sonuç

Fibrozime'nin farklı dozlarda kullanılmasının çeşitli yem türlerinde KMS, OMS ve HSS üzerine etkilerinin incelendiği deneme sonuçları Tablo III ve Tablo IV'de sunulmuştur.

KMS: Enzim kullanılmasının MS, saman, ATK, PTK, KABYK, KKYK 1'in in vitro KMS üzerine bir etkisinin olmadığı, arpa, SK, KONYK ve KKYK 2'de bazı enzim seviyelerinde bir artışa, YKO'nda ise düşmeye yol açtığı anlaşılmaktadır. Yine denemede kullanılan bazı yem türlerinin KMS değerleri açısından Fibrozime dozları arasında da farklılıkların olduğu görülmektedir. Süt sığırları ya da besi sığırları kullanılarak yapılan çeşitli sindirilebilirlik çalışmalarında^{12,14,16,24} fibrolitik enzim içeren preparatların kullanılmasıyla, bazı yem türlerinin KMS değerlerinde bir artışın görüldüğü bildirilmiştir. Besi sığırlarında yapılan bir başka çalışmada ise¹⁵ çeşitli yem türleri üzerine farklı dozlarda fibrolitik enzim içeren bir preparatın katılmasıyla yem türüne ve doza bağlı olarak değişen kuru madde sindirilebilirlik değerleri elde edilmiştir. Araştırmacılar çalışmalarında yonca ve çayır kelp

Tablo IV. Yem Karmalarının Kuru Madde, Organik Madde ve Ham Selüloz Sindirilebilirlik Değerleri, (% Kuru Maddede, n=4)

Yem Karmaları	Fibrozyme g/kg	Kuru Madde Sindirilebilirliği			Organik Madde Sindirilebilirliği			Ham Selüloz Sindirilebilirliği		
		x	±	Sx	x	±	Sx	x	±	Sx
Kaba Yem Karması	0	60.81		1.73	68.02		1.41	71.11		2.16
	1	55.76		1.97	63.61		1.62	68.27		1.32
	2	55.79		1.04	63.75		0.85	68.64		1.34
	4	58.30		1.76	66.09		1.43	68.36		1.20
	8	60.23		1.57	66.92		1.31	67.56		2.86
	16	52.88		3.03	61.97		2.44	69.76		1.69
Konsantre Yem Karması	0	77.87 ^b		1.91	80.64 ^b		0.79	75.38 ^c		0.76
	1	82.92 ^{ab}		2.76	85.96 ^{ab}		2.65	79.99 ^{bc}		1.26
	2	90.03 ^a		1.26	89.97 ^a		1.32	89.95 ^a		1.28
	4	82.33 ^{ab}		2.78	80.80 ^b		1.99	89.65 ^a		0.91
	8	80.48 ^b		1.03	81.35 ^b		0.96	79.94 ^{bc}		0.90
	16	79.27 ^b		0.96	79.55 ^b		0.83	83.64 ^{ab}		3.04
Kaba ve Konsantre Yem Karması 1 (% 40 Kaba Yem + % 60 Konsantre Yem)	0	61.60		2.33	67.98		1.94	69.04 ^b		1.16
	1	62.87		1.22	65.27		1.14	75.07 ^{ab}		1.25
	2	68.38		3.50	67.04		3.48	79.45 ^a		1.70
	4	64.25		3.77	71.33		3.17	75.78 ^{ab}		2.67
	8	61.45		0.91	65.13		1.55	72.37 ^{ab}		1.08
	16	62.23		1.68	63.93		0.85	71.74 ^b		1.33
Kaba ve Konsantre Yem Karması 2 (% 60 Kaba Yem + % 40 Konsantre Yem)	0	67.65 ^{ab}		1.48	72.29 ^a		1.27	69.69 ^{bc}		1.12
	1	68.57 ^a		1.36	73.97 ^a		0.63	70.64 ^{bc}		1.05
	2	70.28 ^a		0.70	74.39 ^a		0.60	78.87 ^a		0.58
	4	68.58 ^a		0.29	72.27 ^a		0.25	74.55 ^{ab}		1.16
	8	68.58 ^a		0.32	73.15 ^a		0.27	69.62 ^c		1.02
	16	62.11 ^b		2.16	67.44 ^b		1.85	72.46 ^{bc}		1.20

Aynı sütunda farklı harfler taşıyan gruplar arasındaki farklar önemlidir, P<0.05.

kuyruğu kuru otlarının kuru madde sindirilebilirliğinde düşük ve orta seviyedeki enzim dozlarının, arpa silajı için ise sadece en düşük enzim dozunun kullanılmasıyla bir artışın görüldüğünü belirtmişlerdir. Buradaki denemede de KMS bakımından gruplar arasında yem türüne ve Fibrozyme dozuna göre değişen sonuçlar alınmıştır.

OMS: Araştırmada arpa, SK, KYK için Fibrozyme'in bazı dozlarının kullanıldığı grupların OMS oranlarının, kontrole göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Ancak YKO'nda 2 g/kg, 4 g/kg ve 16 g/kg'lık dozlarda Fibrozyme katılan grupların OMS oranları kontrolden daha düşük bulunmuştur. Benzer bir durum KKYK 2'de de görülmüş ve en yüksek enzim dozunu içeren grubun OMS değeri kontrol grubundan daha düşük saptanmıştır. Bu konuda yapılan bazı çalışmalarda^{24,25} fibrolitik enzimlerin OMS'nde bir artışa neden olduğu ileri sürülmektedir.

HSS: Ham selüloz sindirilebilirliği MS, saman, arpa, SK, KONYK, KKYK 1 ve KKYK 2 için çeşitli dozlarda enzim kullanılmasıyla kontrolden yüksek olmuştur. Ancak denemede kulla-

nılan yem türlerinin büyük bir kısmında iki yüksek enzim dozundan (8g/kg ve 16g/kg) elde edilen HSS değerleri diğer enzim dozlarına göre daha düşük gerçekleşmiştir. Fibrolitik enzimlerin selüloz sindirilebilirliği üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çok çalışmada^{13,14,16,24-26} çeşitli yem türlerinin Neutral Detergent Fiber ve Acid Detergent Fiber sindirilebilirliklerinde artış görüldüğü ileri sürülmüştür.

Araştırmada elde edilen KM, OM ve HSS değerlerinden fibrolitik enzim içeren Fibrozyme'in kullanılmasıyla, ilgili parametreler bakımından yem türlerine ve doza bağlı olarak değişen cevapların alındığı anlaşılmaktadır. Bu durum çeşitli yem türleri için fibrolitik enzim kullanılması ve seçilecek doz konusunda daha ileri araştırmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir. YKO ve KKYK 2 gruplarında bazı Fibrozyme seviyelerinde sindirilebilirlik değerlerinin kontrol grubunun da altında gerçekleşmesi sürpriz bir sonuç şeklinde kabul edilmektedir. Bu olayın sebebini açıklamak ise zordur. Denemede MS, Saman, ATK, KKYK 1 ve KKYK 2'de Fibrozyme'in çeşitli dozlarında HSS değerleri

bakımından kontrol gruplarına göre önemli artışlar oluşurken, bazı enzim dozlarında KMS ve OMS değerlerinin benzer şekilde yükselmediği saptanmıştır. Ancak arpa, SK ve KONYK'ndan alınan KMS ve OMS değerleri bazı enzim dozlarında HSS'ne paralel olarak artmıştır. Bu durum Fibrozime'in diğer besin maddelerinin sindirilebilirlik özellikleri üzerine de etkilerinin olabileceğini akla getirmektedir. Diğer taraftan bir çalışmada²⁸ fibrolitik enzimlerin azot sindirilebilirliğini etkilemezken, nişasta ve selüloz sindirilebilirliğini önemli ölçüde iyileştirdiği bildirilmiştir. Bazı araştırmacılar enzim dozuna ve kullanılan yem türüne göre değişen sonuçlar elde etmişlerdir.^{13,14-16} Beauchemin ve ark.²⁸ kabuksuz arpadan kabuklu arpaya göre fibrolitik enzimlerden ruminal selüloz sindirimi bakımından daha olumlu sonuçlar elde ettiklerini açıklamışlardır. Beauchemin ve Rode⁶ yonca kuru otu ve arpa silajı ile yapılan bir çalışmada farklı formüller şeklinde hazırlanmış 2 fibrolitik enzimin yem maddeleri üzerine etkilerinin yem kaynağına ve enzimin formülüne göre değiştiğini bildirildiğini açıklamışlardır. Araştırmacılar bu bulgulardan yola çıkarak seçilen yem maddesine göre enzim tipinin ve dozunun iyi belirlenmesine ihtiyaç olduğunu savunmuşlardır. Araştırmada PTK, KABYK'nın belirlenen KM, OM ve HSS değerleri bütün enzim dozlarında kontrolden farklı olmamıştır. Beauchemin ve Rode⁶ böylesi durumların enzimin tipi, enzim-substrat ilişkisinin yetersizliği, enzimin etki gösterebileceği zamanın o yem tipi için gerektiğinden fazla olması gibi sebeplerden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Cheng ve ark.¹⁷ ise rumenin çok kuvvetli bir fibrolitik aktiviteye sahip olduğunu ve bu bağlamda bazı yem maddelerine ya da enzim tiplerine karşı herhangi bir cevabın alınamayabileceğini, hatta bazı durumlarda negatif sonuçların bile görülebileceğini bildirmişlerdir.

Denemeden elde edilen bulgulara dayanılarak Fibrozime'in KM, OM ve de özellikle HSS sindirilebilirliği üzerine enzim dozuna ve yem türüne bağlı olarak olumlu etkilerinin olabileceği sanılmaktadır. Ayrıca yapılan bir çok çalışmada fibrolitik enzimlerin en önemli etkilerinin selüloz sindirilebilirliğini olumlu etkileyerek gösterdiği iddia edilmiştir.^{13,14,16,24-26} Bu denemede kullanılan 11 adet yem türünden 7 adetinin HSS değerlerinde Fibrozime kullanımasına bağlı olumlu etkilerin gözlenmesi ise bu iddiaları desteklemektedir. Diğer taraftan fibrolitik enzimlerin etki

şekli hakkında açık bir mekanizmanın şu ana kadar ortaya konulmadığı bildirilmektedir.^{2,12-16,24-29} Bazı araştırmacılar fibrolitik enzimlerin ruminal sindirilebilirlik dışında daha aşağı sindirim kanallarında da etki gösterebileceğini ileri sürmektedirler.^{13,24,25} Denemede ruminal sindirilebilirlik ile ilgili ölçümler yapılmadığından bu konuda bir yoruma gidilememektedir.

Yüksek dozlarda Fibrozime kullanılması bir çok yem türünün sindirilebilirlik özellikleri üzerine bir fayda sağlamayacağı sanılmaktadır. Nitekim fibrolitik enzimlerin optimum kullanım dozlarının belirlenmesine yönelik araştırmalarda da benzer sonuçların alındığı bildirilmektedir.^{15,25} Ancak yem türüne ya da Fibrozime dozuna karşılık olarak elde edilen sindirilebilirlik değerlerinden, optimum dozun ve uygun yem maddesinin seçimi konusunda bir takım tereddütler ortaya çıkmıştır. Üstelik YKO ve KKYK 2 gruplarında bazı Fibrozime seviyelerinde sindirilebilirlik değerlerinin kontrol grubunun da altında gerçekleşmesi bu tereddütleri güçlendirmiştir.

Sonuç olarak, Fibrozime'in yem maddelerinin sindirilebilirlik özellikleri üzerine olumlu bir etkisinin olabileceği, fakat bu etkinin enzim dozuna ve yem türüne bağlı olarak değişebileceği düşünülmektedir. Gelecekte benzer türden çalışmalara hız verilmesi ve ruminant rasyonlarında enzim kullanımına yönelik temel prensiplerin ortaya konulması yararlı olacaktır.

Kaynaklar

1. COWAN, W.D.; Understanding the manufacturing, distribution, applications and overall quality of enzymes in poultry feeds. *J. App. Poultry Res.*, 2:1, 93-99, (1993).
2. BEAUCHEMIN, K.A.; RODE, L.M.; The potential use of feed enzymes for ruminants. 1996 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, 58th Meeting, October 22-24, 1996, Rochester NY, 131-141 (1996).
3. BROZ, J.; Enzymes as feed additives in poultry nutrition-current applications and future trends. *Mh. Vet. Med.*, 48: 213-217, (1993).
4. BURROUGS, W.; WOODS, W.; EWING, S.A.; GREIG, J.; THEURER, B.; Enzyme additions to fattening cattle rations. *J. Anim. Sci.* 19:458, (1960).
5. ROVICS, J.J.; ELY, C.M.; Response of beef cattle to enzyme supplements. *J. Anim. Sci.* 21:1012, (abst.), (1962).

6. PEERY, T.W.; PURKHISER, E.D.; BEESON, W.M.; Effects of supplemental enzymes on nitrogen balance, digestibility of energy and nutrients and on growth and feed efficiency of cattle. *J. Anim. Sci.* 25:760, (1966).
7. LEATHERWOOD, J.M.; MOCHRIE, R.D.; THOMAS, W.E.; Some effects of a supplementary cellulase preparation on feed utilization by ruminants. *J. Dairy Sci.* 43:1460, (1960).
8. TRICARIO, J.M.; DAWSON, K.A.; NEWMAN, K.E.; Effects of an exogenous microbial enzyme preparation (fibrozyme) on Ruminant digestion of fescue hay. *J. Anim. Sci.* 76 (Suppl. 1), 289, (1998).
9. CHESSON, A.; Feed enzymes. *Anim. Feed Sci. Tech.* 45: 65-79, (1993).
10. ANNISON, G.; The use of enzymes in ruminant diets. 13th Annual symposium on biotechnology in the feed industry, Alltech Inc., Nicholasville, KY, USA, (1997).
11. HRISTOV, A.; McALLISTER, T.A.; CHENG, K.J.; Exogenous enzymes for ruminants: Modes of action and potential applications. Proc. 17th Western Nutrition Conf. Edmonton, Alberta. Sept. (1996).
12. LEWIS, G.E.; SANCHEZ, W.K.; HUNT, C.W.; GUY, M.A.; PRITCHARD, G.T.; SWANSON, B.I.; TREACHER, R.J.; Effect of direct-fed fibrolytic enzymes on the lactational performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 611-617, (1999).
13. BEAUCHEMIN, K.A.; JONES, S.D.M.; RODE, L.M.; SEWALT, V.J.H.; Effects of fibrolytic enzymes in corn or barley diets on performance and carcass characteristics of feedlot cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 77:4, 645-653, (1997).
14. LEWIS, G.E.; HUNT, C.W.; SANCHEZ, W.K.; TREACHER, R.; PRITCHARD, G.T.; FENG, P.; Effect of direct-fed fibrolytic enzymes on the digestive characteristics of a forage-based diet fed to beef steers. *J. Anim. Sci.* 74: 3020-3028, (1996).
15. BEAUCHEMIN, K.A.; RODE, L.M.; SEWALT, V.J.H.; Fibrolytic enzymes increase fiber digestibility and growth rate of steers fed dry forages. *Can. J. Anim. Sci.* 75:4, 641-644, (1995).
16. FENG, P.; HUNT, C.W.; PRITCHARD, G.T.; JULIEN, W.E.; Effect of Enzyme preparations on in situ and in vitro degradation and in vivo digestive characteristics of mature cool-season grass forage in beef steers. *J. Anim. Sci.* 74: 1349-1357, (1996).
17. CHENG, K.J.; McALLISTER, T.A.; SELINGER, L.B.; YANKE, L.J.; BAE, H.D.; FORSBERG, C.W.; SHELFORD, J.A.; Biotechnology in the feedlot. Proc., West. Sect., Am. Soc. Anim. Sci. 46:600 (1995).
18. NEWBOLD, C.J.; Microbial feed additives for ruminants. Edit. Wallace, R.J., Chesson, A.C. Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding, VHC Publ. New York, NY, USA. 259-278. (1995).
19. KUNG, L. Jr.; Direct-fed microbial and enzyme feed additives. Edit., Muirhead, S.; Direct-fed microbial, enzyme and forage additive compendium, The Miller Publ. Co., Minnetonka, MN, USA. (1996).
20. TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A.; A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. British Grassland Society*, 18:2, 104-111, (1963).
21. McDUGALL, E.I.; Studies on ruminant saliva. I. The composition and output of sheep's saliva. *Biochem. J.* 43, 99-109, (1948).
22. AOAC; Official Methods of Analysis (15th ed.) Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA. (1990).
23. SÜMBÜLOĞLU, K.; SÜMBÜLOĞLU, V.; Biyoistatistik, 6.Baskı, Özdemir Yayıncılık, Ankara, 1995, 70-148.
24. RODE, L.M.; YANG, W.Z.; BEAUCHEMIN, K.A.; Fibrolytic enzyme supplements for dairy cows in early lactation. *J. D. Sci.* 82:2121-2126, (1999).
25. W.Z. YANG.; BEAUCHEMIN, K.A.; RODE, L.M.; Effects of an enzyme feed additive on extent of digestion and milk production of lactating dairy cows. *J. D. Sci.* 82: 391-403, (1999).
26. KRAUSE, M.; BEAUCHEMIN, K.A.; RODE, L.M.; FARR, B.I.; NORGAARD, P.; Fibrolytic enzyme treatment of barley grain and source of forage in high-grain diets fed to growing cattle. *J. Anim. Sci.*, 76:2912-2920, (1998).
27. KUNG, L., JR.; TREACHER, R.J.; NAUMAN, G.A.; SMAGALA, A.M.; ENDRES, K.M.; COHEN, M.A.; The effect of treating forages with fibrolytic enzymes on its nutritive value and lactation performance of dairy cows. *J.D.Sci.* 83: 115-122, (2000).
28. BEAUCHEMIN, K.A.; W.Z. YANG.; RODE, L.M.; Effects of grain source and enzyme additive on site and extent of nutrient digestion in dairy cows. *J. D. Sci.*, 82: 378-390, (1998).