

TEK MİDELİ HAYVANLARDA ARPA β -GLUKAN İÇERİĞİNİN BESLEME DEĞERİNE ETKİSİ VE ANALİZİ

Bülent UZUN Sadık ÇAKMAKÇI M.İlhan ÇAĞIRGAN

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya / TÜRKİYE

Özet: Tek midelilerin beslenmesinde arpa özellikle kümes hayvanlarında ve domuzlarda kullanılmaktadır. Bununla birlikte arpada bulunan β -glukanlar, kümes hayvanlarında ve domuzlarda, arpanın sindirilebilirliğini azaltarak, bir antibesleme faktörü olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle bu polisakkaritin yapısı ve diğer özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Aynı zamanda, β -glukanaz aktivitesine sahip enzimler ile arpanın besleme değerini geliştirmek mümkün olmaktadır. Bu çalışmada, bir arpa ıslah programı geliştirmek için β -glukanların yapısı ve diğer özellikleri ile β -glukan formları ve onları parçalayan β -glukanaz aktivitesine sahip enzimlerin tek midelilerde etkisi ve değişik analiz metodları gözden geçirilmiştir.

Effect and Analysis of β -Glucan Content of Barley In Monogastric Feeding

Summary: The utilization of barley in monogastric diets, in particular, poultry and swine, is considered. However, β -glucans as an antinutrition factor reduce the digestibility of barley in poultry and swine. For this reason, the determination of β -glucans and other traits is required. Moreover the improvement of nutrition value of barley with enzymes with β -glucanase activity is become possible. In this study structure of β -glucans and other factors, enzyme with β -glucanase activity that make hydrolysis of β -glucans and their effects on monogastric feeding as well as various analytical methods for β -glucans were reviewed as a basis for developing a barley breeding program for low β -glucan content.

Giriş

Kışlık, yazlık, kavuzlu, çıplak formları ve değişik çeşitleri olan arpa, ülkemizde buğdaydan sonra en çok ekimi yapılan bir buğdaygil türüdür. Buğday daha çok insan gıdası olarak değerlendirilirken arpa ilk sırada yem olarak, ikinci sırada da bira üretiminde değerlendirilir. Dane yemler arasında en çok kullanılanlardan birisidir. Nitekim ülkemizde

ve dünyada arpa üretiminin yarısından fazlası yemlik olarak değerlendirilir. Bununla birlikte genel olarak maltlık olmayan bir arpa, yemlik olarak kullanılmaktadır.

Tek midelilerin beslenmesinde değişik özelliklere sahip bitkisel ve hayvansal kaynaklı yemlerden yararlanılmaktadır. Bitkisel kaynaklı olarak arpa, tek midelilerde özellikle kümes hayvanlarında ve domuzlarda kullanılır ki bunların hepsi önemli bir sindirebilme kapasitesine sahiptir.

Tek midelilerin beslenmesinde arpa kullanımına ilişkin ilk çalışmalar 1950'li yıllarda yürütülmüştür. 1975'te İskandinavya, Avustralya ve Kanada araştırma merkezleri arpanın tek midelilerde kullanımına ilişkin çalışmaları devam ettirmişlerdir. İspanya, kümes hayvanlarının beslenmesinde arpa kullanımına ilişkin çalışmalara 1980'lerde Avrupa Birliğine üye olmasıyla başlamıştır (1).

Arpa, mısır ve buğday'a göre düşük enerji içeriği ve lezzetsizliği nedeniyle kümes hayvanlarının özellikle de broilerlerin karma yemlerinde sınırlı düzeylerde kullanılmaktadır (%15-20). Aynı zamanda kümes hayvanlarının sindirim sistemlerinde sellüloz ve nişasta tabiatında olmayan diğer polisakkaritleri parçalayan enzimler yeterli miktarda salgılanmamakta veya hiç bulunmamaktadır. Bu nedenle de kümes hayvanları bazı yemlerde yüksek seviyelerde bulunan sellüloz ve nişasta tabiatında olmayan diğer polisakkaritlerden yeterince yararlanamamaktadır. Ayrıca yemlerdeki yüksek harn sellüloz (hemisellülozlar, beta glukanlar ve pektinler) karma yemdeki diğer besin maddelerinin sindirilebilirliğini de azaltabilmektedir. Nitekim arpa, yulaf ve çavdar gibi yemlerde bulunan β -D- glukanlar ve pentozanlar (arabinoksilanlar) bağırsak viskozitesini artıran, sindirilebilirliği ve diğer besin maddelerinden yararlanmayı azaltan önemli antibesleme faktörleri olarak bilinmektedir (2).

Bu çalışmada, antibesleme faktörleri olarak β -glukanların; arpada bulunduğu yerler, yapısı, ekstraksiyonu vb. özellikleri ile tek midelilerde etkileri ve analizi araştırılmıştır.

Arpa β -Glukanları

β -glukan, arpadaki nişasta dışında kalan polisakkaritlerin büyük bir bölümünü oluşturur. Çözünmeyen ve çözünemeyen formları vardır. β -glukan çoğunlukla endosperm hücre duvarlarında bulunmakla beraber, aleuron hücre duvarları da düşük oranda β -glukan içermektedir. Diğer tahıl ürünleri ile karşılaştırıldığında arpa ve yulaf oldukça yüksek

oranda β -glukan içermektedir. Bu oran arpada %2-10 arasındadır. Bununla birlikte waxy (mumsu) arpalar normal arpalardan daha fazla β -glukan içermektedir (3,4).

β -glukan içeriği, genetik ve çevresel faktörlere göre değişmektedir (1,5). Arpadaki β -glukanların düşük metabolik enerjiden sorumlu olarak kümes hayvanlarının beslenmesinde zararlı etki yaptığı saptanmıştır. Bira endüstrisinde arpanın yüksek β -glukan içeriği filtrasyon ve bulanıklık problemlerine yol açmaktadır. Diğer taraftan insan beslenmesinde suda çözünebilir besinsel liflerle ilgili çalışmalar β -glukanların yararlı metabolik etkilerinin olabileceğini göstermiştir. Bunlar ispatlanmamış olmakla beraber, besinsel lif, kabızlık, apandisit, kolon kanseri, hemoroit ve ülser gibi hastalıkların önlenmesinde veya azaltılmasında rol oynayabilir (3,6).

Arpa tanelerinin çimlenmesi sırasında endospermin nişasta ve protein depolarının parçalanmasını katalize eden enzimler aleuron ve skutellumdan salgılanır. Endosperm hücre duvarları hidrolitik enzimlerin, hücre içindeki substratlarına ulaşmasını sınırlayan bir engel oluşturur. Bu nedenle çimlenme başlangıcında hücre duvarlarının parçalanması önemli bir olay olarak düşünülür.

Arpada β -Glukanın Bulunduğu Yerler

Karışık bağlı (1 \Rightarrow 3) (1 \Rightarrow 4) β -D-glukanlar kimyasal ve enzimatik metodlar kullanılarak Graminae'lerin tane, yaprak, gövde, koleoptil gibi çeşitli dokularında ve likenlerde belirlenmiştir. Son yıllarda arpa, yulaf ve buğdayda spesifik kimyasal metodlar ve floresan mikroskopik teknikleri kullanılarak bu polisakkarit belirlenmiş ve bulunduğu yerler saptanmıştır. Fakat çeşitler arasında önemli değişiklikler olduğu belirlenmiştir.

β -glukanların, arpada aleuron hücre duvarlarının minör ve endosperm hücre duvarlarının major bir komponentini oluşturduğu bildirilmektedir. Buna göre, arpa tanelerinin endospermik hücre duvarları kuru ağırlığının %75'i oranında β -glukan kapsadığı ve aleuron hücre duvarlarında ise bu oranın %10'dan az olduğu bildirilmektedir (1).

β -Glukanın Yapısı

Tahıl β -glukanları amiloz, amilopektin, dekstran, sellüloz, curdian ve diğer glukanlar gibi glukoz birimlerinden oluşur. Bu polimerler arasındaki fark, birimler arasındaki bağlantıların doğasından gelir. Örneğin amiloz α sellüloz ise β bağlıdır. Farklı

üç boyutlu şekil ve konformasyona yol açan farklı geometriler, farklı fiziksel ve fonksiyonel özelliklerin gözlenmesine neden olmaktadır.

β -glukanların yapısı ile ilgili ilk çalışmalar yulaf β -glukanları ile yapılmıştır. Bununla beraber, son yirmi yıldır en detaylı çalışmalar arpa β -glukanları ile yapılmaktadır. Tahıl β -glukanlarının genel yapısal benzerliğine rağmen, viskozite ve çözünürlük gibi fiziksel özelliklerin de pek çok ayrıncılığı vardır.

Bütün halde donmuş β -glukan kısımları %0,25 konsantrasyonda sıcak suda çözünür. Bunun yanında %5'e kadar kuru β -glukan ise öğütmeye bağlı olarak sıcak suda çözünmektedir. Farklı iki çeşitten alınan β -glukan kısımları içeren arpa tanesi otuz dakikada sıcak su içerisinde kolay bir şekilde çözünmektedir. Aksine, başka bir çeşitte (Korean Bangsu-6) β -glukan çözünmesi ve filtre edilmesi için 1,5 saat geçmektedir (7).

Boya Bağlama

Tahıl β -glukanları Kongo kırmızısı (Diazo boyası) ve Calcofluor (floresan beyazlatıcı ajan) boyaları ile kompleks formlar oluşturur. Kongo kırmızısı ve Calcofluor ile kompleks oluşturan polisakkaritler araştırılmış ve sadece β -glukanlarda bu özellik gözlenmiştir. Diğer polisakkaritlerde çok az interaksiyonlar olabilir. Bu özellik β -glukanın histokimyasal olarak veya çözeltide saptanması, izole edilmesi ve analizinde kullanılan önemli bir özelliktir. Kompleks oluşumu; çözeltilinin viskozitesinin artması, çökmesi, boyanın maksimum absorpsiyonundaki sapmalar ve boyanın floresans yoğunluğundaki artışlar yoluyla tayin edilebilmektedir.

β -Glukanın Ekstraksiyonu

Tahıllarda β -glukanın kantitatif tayini, β -glukanın nişasta, pentozan ve protein bulaşlarından arındırılarak tam olarak ekstrakte edilmesindeki güçlükler nedeniyle zordur. Ekstraksiyon sırasında öncelikle β -glukan, endojen β -glukanaz enzimlerinden etkilenmemelidir. Bu enzimlerin inaktivasyonu için genel olarak %70-80 etanol kullanılmaktadır. Tahıllarda β -glukandan çok daha fazla nişasta bulunması ve α ve β bağlı glukanlar arasındaki ayrımın güçlüğü sorun yaratmaktadır. Önceleri spesifik teknikler bulunmadığı için nişasta jelatinazasyon sıcaklığı altındaki sıcaklıklar ve kuvvetli alkaliden kaçınılarak nişasta çözünürlüğünün minimum olduğu ekstraksiyon şartlarını takiben bir çöktürme tekniği seçilmiştir. Arpa ve yulafın kaba β -glukan ekstraktlarının saflaştırılması amacıyla %20-30 amonyum sülfat ile presipite edilerek oldukça saf, pentozan kapsamayan β -glukan elde edilmiştir.

Arpa β -glukanları ile yapılan analitik ve yapısal çalışmaların çoğunda çözünen ve çözünmeyen β -glukanların ayrımında sıcak su (65 °C) kullanılmıştır. Arpa endosperm hücre duvarı çalışmalarında tam ekstraksiyon için su (40-65 °C) kullanımı takiben %1 sodyum borohidrit kapsayan 1M sodyum hidroksit kullanılmıştır. Diğer başarılı bir uygulama ise %90 dimetil sülfoksit, sıcak su ve %4 NaOH ile elde edilmiştir. Bazı araştırmacılar klasik polisakkarit ekstraksiyon tekniklerini uygulamışlar ve çözücü olarak 8Müre kullanmışlardır. Arpa endosperm hücre duvarlarındaki β -glukanın peptid bağları kapsadığına dair kanıtlar çözücü olarak hidrazin kullanımına neden olmuştur. Hidrazin peptid bağlarını parçalar fakat glikozidik bağları etkilemez (2).

Son yıllarda β -glukanın hidrazinde veya perklorik asitte tamamen çözüldüğü belirtilmiştir. Bu maddeler çeşitli analitik metodlarda etkili birer çözücü olarak kullanılmaktadır.

Kümes Hayvanlarının Beslenmesinde Arpa

Kümes hayvanlarının yem karmalarında arpa; mısır ve buğdaya göre daha az tercih edilir. Bunun nedeni olarak diğer tahıllara göre arpadaki metabolik enerjinin düşük oluşu, β -glukanın diğer besin bileşenlerinin sindirimini ve absorpsiyonunu inhibe etmesine bağlanmaktadır. β -glukan suda kısmen çözünür ve bağırsak sıvısının viskozitesini artırır. Bu olay sindirim sisteminde besinlerin absorpsiyonunu ve su ilişkilerini bozar ve vücut ağırlığının azalmasına neden olur. Ayrıca yemlik arpadaki β -glukan içeriği dışkıların kuru materyal içeriğinin azalmasına ve yapışkan dışkıya neden olmaktadır. Bu problemler yemlik arpaya β -glukan parçalanmasını sağlayan enzimlerin ilave edilmesi ile azaltılmıştır. Ayrıca β -glukanı parçalayan bu enzim preparatları oldukça ucuz ve stabildir. Aynı zamanda yeme direkt olarak ilave edilerek kullanılabilir (1,2,8).

Broiler Beslenmesinde Arpa

Çizelge 1. Broiler beslenmesinde arpa kullanımının etkileri*

RASYON	1800 gr.ağırlığa ulaşmak için	
	GÜN	MALİYET %
Mısır+Buğday	39,1	100
Arpa	43,2	90
Arpa+Enzim	40,6	86

*Campbell ve ark., 1984; Brufau ve Francesch, 1991'den.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi Broiler yemlerinde arpa, verimliliği düşürmektedir. Fakat bazı durumlarda ekonomik kazançlar sağlayabilmektedir.

Broiler besinlerinde büyük miktarlarda arpa kullanımı peletleme şeklinde olabilmektedir. Bu işlem tahılların metabolik enerjilerini artırmaktadır. Bu nedenle arpada peletleme mısırdan daha yüksek bir fayda sağlamıştır (Çizelge 2.)(1).

Çizelge 2. Enzim ilaveli veya ilavesiz arpa ve mısır rasyonlarının metabolik enerjilerinde peletlemenin etkisi.

TAHİL	%	ENZİM	M.E.*
Mısır,ince	55,7	-	3313
Mısır,pelet	55,7	-	3303
Arpa,ince	45,0	-	3168
Arpa,ince	45,0	+	3372
Arpa,pelet	45,0	-	3230
Arpa,pelet	45,0	+	3238

*M.E.=Metabolize Edilebilir Enerji (kkal/kg).

Görüldüğü gibi, peletleme hücre duvarlarını parçalayarak enerji değerini artırmaktadır. Bununla birlikte, enzimleri sınırlı sıcaklıklarda tutmak gerektiğinden enzim uygulamalarında peletlemenin negatif etkileri de olabilmektedir (1).

Broiler Yemlerine Enzim Katmanın Etkileri

Arpa gibi sellülozca zengin yemleri etlik piliç karma yemlerine katmanın nemli ve yapışkan dışkı oluşturma, besinlerin sindirimini ve absorpsiyonunu düşürme gibi bazı olumsuz etkileri bulunmaktadır. Özellikle nemli ve yapışkan dışkı oluşumunu artırması genç broilerlerde ölümlerle sonuçlanabilmektedir.

Arpa temelinde dayalı etlik piliç karma yemlerine β -glukanaz aktivitesine sahip enzim katılmasıyla canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma iyileştiği gibi, besin maddelerinden yararlanma da iyileşmekte, bağırsak içeriğinin viskozitesi ile nemli ve yapışkan dışkı hayvan sayısı azalmaktadır.

Bir araştırmada, %60 arpa içeren broiler karma yemlerine *Trichoderma viridea*'dan elde edilen sellüloz, 1,3; 1,4 - β -glukanaz, ksilanaz, pektinaz, ve amilaz aktivitesine sahip

ticari bir enzim preparatı ilavesinin canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapılmış ve çizelge 3'teki sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 3. Arpa temelinde dayalı broiler karma yemlerine enzim ilavesinin verim kriterlerine etkisi (10-28. gün arası)*

ENZİM DÜZEYİ (ppm)	CANLI AĞIRLIK ARTIŞI	YEM		YEMDEN YARARLANMA	
		İNDEKS %	TÜKETİMİ	İNDEKS %	İNDEKS %
0	628,9	100	1159,7	100	1,84
500	657,1	104,5	1161,7	100,17	1,76
1000	685,6	109	1212,6	104,56	1,76

*Kırkımar ve ark., 1996

Görüldüğü gibi, enzim ilavesiyle canlı ağırlık artışında %4,5 ile %9 arasında bir iyileşme görülürken, yem tüketiminde ise %0,17 ile %4,56 yemden yararlanmada ise enzim ilavesiyle %4,4 düzeyinde bir iyileşme görülmüştür. Ancak bu farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$).

Aynı çalışmada enzim ilavesinin besin maddelerinin sindirilebilirliği üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Enzim ilavesine bağlı olarak kuru madde, organik madde ve ham proteinin sindirilebilirliğindeki artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmazken, ($p>0,05$) özellikle ham yağ ve ham sellülozun sindirilebilirliğinde istatistiksel olarak önemli artışlar bulunmuştur ($p<0,05$)(9). Benzer bir şekilde yapılan bir başka çalışmada enzim uygulaması ile yağların sindiriminde ve deri pigmentlerinde artış olduğu bildirilmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Broilerlerin midesel yağ içeriği ve deri pigmentleri üzerinde enzim uygulamalarının etkileri*

Arpa çeşidi	Yemdeki arpa oranı (%)	Enzim	Midesel yağ (%)	Deri pigmentleri	Referans
Barbarrosa	45	-	1,9		IRTA
		+	2,2		
Beka	45	-	2,1		IRTA
		+	2,3		
Albacete	45	-	2,0		IRTA
		+	2,3		
Barbarrosa	40	-		5,9	BRUFAU (1989)
		+		8,4	

*Brufau ve Francesch, 1991

Yumurta Tavuklarının Beslenmesinde Arpa

Yumurtlayan tavuk beslenmesinde, arpa kullanımının verimliliğe olumlu etkisi pek yoktur (1). Bununla birlikte, arpanın, yumurta üretimini azaltmaksızın mısırın yerini alabileceği belirtilmektedir. Ancak, yüksek miktarlarda arpa kullanılan rasyonlarda enerji düzeyinin korunması için büyük oranda yağ ilavesi gerekmektedir. Ayrıca yumurta ağırlığını geliştirmek için gerekli bir besin olan, linoleik asit düzeyini ayarlamak için ilave edilecek yağın çeşidini de dikkatli bir şekilde belirlemek gerekmektedir.

Yumurtlayan tavuk yemlerinde enzim kullanımı broilerler kadar etkili olmamakla birlikte enzim ilavesi ile üretimin ilk ve son periyotlarında bir gelişme meydana getirdiği bildirilmektedir(1). Söz konusu periyottaki bu gelişme muhtemelen bağırsağın gelişmesini henüz tamamlanmış olmasından ileri gelmektedir. Bu periyotlardaki aynı etki broilerlerde de bulunmuştur. Ancak yüksek seviyelerde arpa kullanımı dışkıının nemliliğini ve kirli yumurtaların oranını artırmaktadır.

Domuz Beslemede Arpa

Her ne kadar domuz yetiştiriciliği ülkemiz için geçerli bir üretim alanı değil ise de, Avrupa Birliğine üye olma aşamasında bulunduğumuz şu günlerde, bunların beslenmesinde kullanılacak bitkisel kaynakların tanıtılıp değerlendirilmesinde yarar vardır. Bu açıdan bakıldığında, arpanın domuz yemi olarak temel bir tahıl olduğu anlaşılır. Arpa, selüloz oranı düşük olan mısır ve buğday gibi tahıllardan daha az bir enerji değerine sahip olmakla beraber, Avrupa'da domuz beslenmesinde, en çok kullanılan tahıldır. Zira, piyasa taleplerine uygun olarak daha iyi karkas meydana getirmektedir.

Domuz beslemede tahılın işlenmesi çok önemlidir. Çünkü öğütülmüş arpa daha iyi sindirilmekte bu yüzden de öğütülmemiş -bütün haldeki- arpalara göre daha iyi bir fayda sağlamaktadır (10).

Domuz beslenmesinde enzim uygulamaları birçok bilim adamı tarafından araştırılmıştır. Arpa içeren domuz yemlerine enzim katılması ile kuru maddedeki nişasta ve β -glukanların sindirilebilirliğinin arttığı bildirilmektedir. (Çizelge 5).

Çizelge 5. Arpa temelinde dayalı domuz yemlerine enzim katmanın madde unsurlarının sindirimi üzerinde etkileri*

Rasyon	Enerji	Nişasta	Sellüloz	Arabinoksilanlar	β -glukan
kontrol	60,3	90,3	57,0	43,1	95,6
pelet	63,3	94,9	55,3	40,9	95,8
enzim ilavesi	61,9	92,7	58,1	46,4	97,2
pelet+enzim ilavesi	63,9	95,8	61,3	49,0	96,9

*Graham ve ark., 1989; Brufau ve Francesch 1991'den

Benzer şekilde β -glukanazlar ve amilazlar yavru domuzlara uygulandığında, yerden yararlanmalarında artışlar gözlenmiştir(1). Temelde bunun nedeni, besin tüketimindeki bir azalmadan kaynaklanmıştır.

Özet olarak domuzlarda enzim uygulamalarının yararı broilerler kadar belirgin değildir. Bu durum muhtemelen β -glukanların domuzlarda broilerlerden daha az negatif etkiye sahip olmasından kaynaklanabilir. Enzim uygulamalarında doğru dozun belirlenmesi de çok önemlidir. Zira, düşük dozlardaki enzimler, bağırsak viskozitesini artırarak olumsuz etki de meydana getirebilir.

Tek Midellilerin Beslenmesinde Arpa Kalitesini Belirlemek için Analiz Yöntemleri

Birçok durumlarda arpanın kompozisyonundaki (yoğunluk, ham protein, ham sellüloz, kül, nem, ham yağ) farklılıklardan ileri gelen, enerji farklılıklarını açıklamak mümkün olmamaktadır. Nitekim aynı yoğunluktaki varyeteler çok farklı enerji değerleri gösterebilir. Bu durum β -glukan içeriklerindeki farklılıklarla açıklanabilmektedir. Bu yüzden, arpada bu polisakkaritin analiz edilerek miktarının saptanması gerekir.

β -Glukanın Analizi

Arpanın β -glukan içeriği, çeşitten kuvvetli bir şekilde etkilenmektedir. Bunun yanında lokasyon ve iklimin de etkisi büyüktür. Arpa ve malta β -glukan içeriğinin saptanması için bir çok yöntem vardır. Bu amaçla kullanılan yöntemler viskometrik, enzimatik ve kolorimetrik olarak ayrılabilir. Ancak özellikle maltlık ve yemlik arpa için hızlı ve basit yöntemler gereklidir. Bu amaçla en çok viskometrik yöntem kullanılmaktadır. Bununla sadece çözünür β -glukan miktarı ölçülür. Bu yolla elde edilen sonuçlar enzimatik tayinle elde edilen sonuçlarla uyusmamaktadır. Bu durum polisakkaritin yapısı ve

moleküler ağırlığındaki değişiklikler ile çözünen ve çözünmeyen formların farklı oranlarıyla ilgilidir. Bu polisakkaritin analizi için aşağıda sıralanan değişik yöntemler geliştirilmiştir.

- %20-30'luk amonyum sülfatlı ekstrakt ile β -glukanların ayrıştırılması.

-Sulu β -glukan ekstraktının toplam asit hidrolizi ve glukozdan ari belirleme.

-Enzimatik ölçüm: β -glukanaz aktiviteli enzimler aracılığıyla β -glukanların özel hidrolizine dayalıdır ve glukozsuz olarak belirlenir.

-Fluorışı yoluyla ölçüm: Bazı boyalar için yüksek moleküler ağırlıklı β -glukanların özel bağlayıcısı aracılığıyla meydana gelen fluorisimnin ölçülmesine dayanır. Bu ölçümler "akıntı enjeksiyon analizi" (FIA- Flow Injection Analysis) tekniği ile otomatikleştirilmiştir(5).

İlk iki metodun dezavantajı sadece çözünebilir β -glukanların belirlenebilmesidir ki, elde edilen değerler ölçülen son ürün içerisinde glukoz da bulunduğundan çok spesifik değildir (5). Enzimatik metod ise oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bacillus subtilis'ten elde edilen Lichenaz ile β -glukosidaz enzimleri β -glukanların analitik olarak saptanmasında kullanılır. Bu enzimler sadece karışık bağı β -glukanda glukoz (1 \Rightarrow 3) bağına bitişik β (1 \Rightarrow 4) bağı kırıldığı için çok spesifiktir. Bu enzimler α amilaz ve diğer polisakkaritleri parçalayan enzimlerden arındırılmıştır ve enzim öğütülmüş tahılın etanol ekstraktında β -glukan hidrolizinde kullanılır. Oluşan oligosakkaritler etanolde ekstrakte edilip, asitle hidrolize edilir ve glukoz miktarı glukoz-oksidad yöntemi ile meydana gelen renk aracılığıyla ölçülür (2,3). Bu hızlı bir yöntem olmamakla birlikte direkt olarak öğütülmüş tahıllara uygulanabilme üstünlüğüne sahiptir. Buda ekstraksiyon sırasında oluşabilecek problemlerden kaçınılmasını sağlar.

FIA-Calcofluor yöntemi. Moleküler ağırlığı yüksek β -glukanlı Calcofluor boyasının sonraki reaksiyonu ve tüm β -glukanları çözebilmek için sülfirik asitli β -glukanın yavaş bir hidroliziyle oluşan iki basamaklı bir yöntemdir. 1988 yılında Jorgensen tarafından geliştirilmiştir (2).

Arpa Özsü Viskozitesinin Belirlenmesi İçin Farklı Yöntemler

Arpa asit ekstraktlarının viskozitesi, arpamın β -glukan içeriğinin çözülebilirliği ile yakından ilişkilidir. Bu yüzden viskozite ölçümü β -glukan kısmının çözülebilirliği

hakkında tahminde bulunmak için kullanılabilir. Viskozitenin ölçümünde farklı metodlar geliştirilmiştir. Metodlar arasındaki temel farklılıklar, ekstrakt solüsyonlarının kompozisyonları ile ilgilidir (3,5).

Ekstraksiyon, asidik (HCL/KCL pH=1,5) veya daha yüksek pH'larda (pH=5-6,5) yapılabilir. Burada mümkün olduğunca endojen β -glukanazların karışmasından kaçınılmalı ve asidik ya da nötral bir solüsyon seçilmelidir.

β -Glukanaz Aktivitesinin Belirlenmesi İçin Farklı Yöntemler

Tek midelilerin beslenmesinde β -glukanaz aktiviteli enzimatik bileşiklerin kullanımından ileri gelen değişmelerin saptanması için farklı metodlar kullanılmıştır. Bunlar:

-Viskometrik yöntem: β -glukan solüsyonunun daha uzun bir strede viskozitesinin azalmasıyla enzimatik aktivite belirlenir.

-Radyal jel difüzyonu: Bu metotta β -glukan agar jel ile birleştirilir ve enzim, jeli kesen boşluklarda yer alan bir solüsyondan difüze eder. Enzim aktivitesi, boşluğu çevreleyen dağınık ışık kümeleri sayesinde renkli β -glukan boya kompleksinin bozulmasıyla görsel olarak belirlenebilir. Renksiz bölge enzim konsantrasyonlarıyla orantılıdır (5). Peletmeden sonra enzim ilaveli karma yemlerin stabilitesinin gözlenmesinde bu teknikten yararlanılır.

-Boya etiketleme metodu: Kongo kırmızısı veya Remazolbrillant mavisiyle arpadan β -glukanların çöktürülmesiyle oluşan kompleks β -glukanaz aktivitesini tayin etmek için kullanılır. Bu unsurlar altında enzim olmadığından çözünmeyen atıklar. Bunlara β -Glukanaz katıldığında çözünebilir boyalar serbest kalır ve zaman ilerledikçe doğrusal bir yol izler. Serbest kalan boya oranı aynı zamanda enzim aktivitesinin oranıdır.

-Şeker azalış ve artış oranının ölçümüne dayanan eşitlikler: Enzim aktivitesi pH metre ile ölçülmüş sabit pH ve sıcakta serbest kalan şekerlerin artış ve azalışına dayanarak belirlenir (2).

Sonuç

Tabii endospermının hücre duvarlarında kanşık bağlı (1⇒3)(1⇒4) β-D glukolar bulunmaktadı. Diğer tabii ürünleri ile karşılaştırıldığında arpa oldukça yüksek oranda β-glukan içermektedir. Bununla birlikte β-glukan içeriği ve viskozite genetik ve çevresel faktörlerden etkilenmektedir.

Arpadaki β-glukanlar kümes hayvanlarının beslenmesinde düşük metabolize edilebilir enerjiden sorumlu olarak olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Broilerlerde ve yumurtlayan tavuklarda β-glukanlar bağırsak viskozitesini artırmakta, ki bu dönuşüm ishallerine veya dışkıının sulu, yapışkan bir hal almasına yol açarak yemlerin besin değerini düşürmektedir.

Arpa β-glukan içeriğinin saptanmasında kullanılan değişik analiz metodları vardır. Ancak, β-glukanın da bir polisakkarit olmasından dolayı tamamen glukozsuz bir β-glukan saptanması çok zor olmaktadır. Bu yüzden β-glukanların hızlı ve doğru analizi, ancak modern analitik ekipmanlar kullanılarak yapılabilmektedir (FIA gibi).

Arpa genel olarak β-glukanlar nedeniyle kümes hayvanlarının karma yemlerinde en fazla %20 düzeylerinde kullanılmaktadır. Ancak arpa temelinde dayalı etlik piliç karma yemlerine β-glukanaz aktivitesine sahip enzim preparatları ilavesiyle canlı ağırlık artışı, yemden ve besin maddelerinden yararlanma iyileşmekte bunlara ek olarak arpanın kuru madde, organik madde, yağ ve N'siz öz madde unsurlarının sindirilebilirlikleri de artmaktadır. Tüm bunların sonucu olarak da rasyonlarda arpa düzeyi %60'lara kadar çıkartılabilmektedir.

Arpanın bu dezavantajlarına rağmen tek mideliler için gerek besleme değeri ve gerekse maliyet açısından çoğu kez diğer tahıllar kadar hatta onlardan da üstün bir performans gösterebilir. Bu yüzden ülkemizde yetiştirilen arpa çeşitlerinin β-glukan içeriğleri belirlenmeli ve bu polisakkaritin oranının azaltılması için gerekli ıslah çalışmaları yapılmalıdır.

Kaynaklar

1. Brufau J. and M. Francesch, Nutritional effects of barley application in monogastric feeding. In: New Trends In Barley Quality For Malting And Feeding. Proceedings of The Barcelona / Spain Seminar 15-16 November 1990 Organized By C.I.H.E.A.M.- Mediterranean Agronomic Institute of Zaragoza and Institut de

Recerca i Tecnologia Agroalimentaries. Ed: J.L. Molina-Cano and J.Brufau. No:20, pp:63-74, 1991.

2. Çelik S. ve H. Köksel, Arpa β -glukanlarının fizikokimyasal özellikleri, teknolojik ve besinsel önemleri. III. Arpa Malt Sempozyumu, 5-7 Eylül 1995, Konya, Anadolu Biracılık, Malt ve Gıda Sanayi A.Ş. Bildiriler. s.357-371, 1995.
3. Xue Q., C.F. McGuire, C.W. Newman and R.K. Newman, Viscosity of β -glucan fractions extracted from barley genotypes. Barley Newsletter 34:85, 1990.
4. Xue Q., R.K. Newman, C.W. Newman and C.F. McGuire, Waxy gene effects on dietary fiber, β -glucan content and viscosity of barleys. Barley Newsletter 34:89, 1990.
5. Perez-Vendrell A.M. and M. Francesch, Analytical methods to evaluate barley quality for monogastric nutrition. In: New Trends In Barley Quality For Malting And Feeding. Proceedings of The Barcelona / Spain Seminar 15-16 November 1990. Organized By C.I.H.E.A.M- Mediterranean Agronomic Institute of Zaragoza and Institut de Recerca I Tecnologia Agroalimentaries. Ed: J.L. Molina- Cano and J. Brufau. No:20, pp:75-85, 1991.
6. Berglund P.T., E.T. Holm and C.E. Fastnaught Hulless barley: Potential for food use. Barley Newsletter 35:86, 1991
7. Xue Q., C.W. Newman, C.F. McGuire and R.K. Newman, β -glucan content and viscosity of barleys. Barley Newsletter 33:159, 1989.
8. Bhatti R.S. and B.G. Rossnagel, β -glucan content of barleys and their roller-milled barley bran and flour products. Barley Newsletter. 36:163-165, 1992.
9. Kırkpınar F., A.M. Taluğ, R. Erkek ve F. Sevgican, Arpa temelinde dayalı etlik civciv karma yemlerine enzim ilavesinin besin maddelerinden yararlanma üzerine etlileri. 1. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 5-7 Şubat 1996, Antalya Ak.Ü. Zir. Fak. Zootekni Bölümü s. 84-89, 1996.
10. Newman C.W. and R.K. Newman, Nutritional quality of barley for livestock and poultry feed. Barley Newsletter 33:142, 1989.

11. Bhatti R.S., Total and soluble β -glucan content of hulless barley. Barley
Newsletter 33:141, 1989.