



Çukurova Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
Zootekni Bölümü



YEM DEĞERLENDİRME ve ANALİZ YÖNTEMLERİ

-Ders Notu-

Prof.Dr. Hasan Rüştü Kutlu
Çukurova Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü
Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı
Adana

ADANA-2024
(4.Revizyon)

Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi ve Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri derslerinin önemlerinin kavranılabilmesi için 21. Yüzyılda en büyük gücün gıda olacağı gerçeği bir kez daha hatırlanmalıdır. Dünya nüfusunun gelecek 20 senede iki katına çıkacağı beklenirken, tarım arazilerinin hızla insan yerleşimine ve sanayiye açılarak daralması ve tarımın doğrudan çevreye bağımlı olması nedeniyle tarımsal üretimin aynı düzeyde artması mümkün görülmemekte ve gıda, yüzyılımızın en büyük gücü olmaya aday görünmektedir. Temel gıda üretimi açısından zengin bir ülke, gelecek yüzyılda güçlü bir ülke olacak ve dünya siyasetine yön veren ülkelerden biri konumuna yükselecektir.

Çok farklı ekolojilerin harmonisine sahip cennet ülkemizin yer altı ve yer üstü zenginliklerini değerlendirerek ülkemiz ekonomisine katma değer yaratmak, biz ziraatçıların en önemli görevidir. Ülkemiz her ne kadar gıda üretimi açısından kendine yeterli 3-5 ülkeden biri olarak gösterilse de, mevcut hayvansal gıda üretimimiz ve tüketimimiz gelişmiş ülkelerdeki üretim düzeyinin çok altındadır. Ancak, potansiyel vardır ve bu potansiyeli harekete geçirerek çok daha fazla ve ekonomik üretim için zooteknistlere büyük görevler düşmektedir.

Verimli ve ekonomik bir hayvansal üretim için rasyonel beslemenin gerçekleştirilebilmesi; ancak yemin ve hayvanın tanınması ile mümkündür. Bu ders notu öncelikle Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü (Hayvansal Üretim Lisans Programı) öğrencilerine Yem ve Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri konularında temel bilgileri vermek amacı ile hazırlanmıştır. Ancak ders notunun hazırlanması aşamasında Yemler ve Yem Değerlendirme ile ilgili temel bilgilerin yanı sıra, bu alanda ortaya çıkan yeni gelişmelerin sağladığı güncel bilgi ve bulguların da ders notunda yer almasına özen gösterilmiştir. Bu nedenle "Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri" Ders Notu'ndan öğrencilerin yanı sıra, hayvan yetiştiricileri ile hayvancılık, araştırma ve uygulama alanlarında çalışan kişilerin de yararlanabilecekleri umulmaktadır. Okuyucuların ders notunun olası eksiklik ve hataları ile ilgili görüş, öneri ve eleştirilerini esirgememeleri halinde ileride yukarıda açıklanan anlamda daha yararlı metinlerin hazırlanabileceği muhakkaktır.

Bu ders notunun hazırlanmasında, yemler bilgisi ve yem teknolojisi ile yem değerlendirme ve analizi konularında hazırladıkları bilimsel yayınlarından ve konuyla ilgili sohbet ve tartışmalarından büyük destek aldığım değerli hocalarım, sayın merhum Prof.Dr. Remzi Akyıldız'a, sayın Prof.Dr. Mustafa Ergül'e, sayın merhum Prof.Dr. Ali Karabulut'a ve isimleri burada sayılmayacak kadar çok, konuyla ilgili tüm bilim adamlarına ve diğer teknik elemanlara şükranlarımı sunarım. Ayrıca, bu ders notunun yazımında ve düzeltmelerinde yardımcı olan Dr. İlknur Ünsal'a, Arş.Gör.İslim Polat Açık'a, Dr.Öğr.Üyesi Harun Kutay'a ve Dr. Fülya Sert'e teşekkür ederim.

Mevcut ders notunun ülkemiz hayvancılığına katkı sağlayacak genç zooteknist adaylarına, yem ve hayvansal üretimle ilgilenen herkese yararlı olması dileğiyle,

Prof.Dr. Hasan Rüştü Kutlu

Mayıs-2024

1. GİRİŞ	1
2. YEMİN TANIMI ve SINIFLANDIRILMASI	3
2.1. Yemin Tanımı	3
2.2. Yemlerin Sınıflandırılması	4
3. YEMLERİN DEĞERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER	7
3.1. Yemlerin Değeri	7
3.1.1. Yemlerin Fiziksel Analizlere Göre Değerlendirilmesi	8
3.1.2. Yemlerin Kimyasal Analizlere Göre Değerlendirilmesi	9
3.1.3. Yemlerin Sindirilebilirliklerine Göre Değerlendirilmesi	12
3.1.4. Yemlerin Enerji İçeriklerine Göre Değerlendirilmesi	16
3.1.5. Yemlerin Protein İçeriklerine Göre Değerlendirilmesi	28
3.1.5.1. Yemlerin Proteininin Biyol. (Tek Mideliler)	28
3.1.5.1.1. Biyolojik Yöntemler	29
3.1.5.1.2. Kimyasal Yöntemler	31
3.1.5.2. Yemlerin Proteininin Rumende Yık. (Ruminantlar)	32
3.1.6. Yemlerin Özel İçerik Maddelerine Göre Değerlendirilmesi	37
3.1.6.1. Vitaminler	37
3.1.6.2. Hormon ve Antibiyotikler	37
3.1.6.3. Zararlı-Zehirli Maddeler-Antibesinsel Faktörler	37
3.2. Yemlerin Besleme Değerini Etkileyen Faktörler	38
3.2.1. Yemlerin Üretim Aşamasında Etkili Olan Faktörler	38
3.2.1.1. Toprak	38
3.2.1.2. İklim	39
3.2.1.3. Gübreleme	39
3.2.1.4. Hasat Zamanı	39
3.2.1.5. Diğer Faktörler	40
3.2.2. Yemlerin Saklanma Aşamasında Etkili Olan Faktörler	40
3.2.3. Yemlerin Kullanılma Aşamasında Etkili Olan Faktörler	41
3.2.4. Yemlerin İşlenmesiyle İlgili Faktörler	41
3.2.4.1. Yoğun Yemlere Uygulanan İşlemler	41
3.2.4.2. Kaba yemlere uygulanan İşlemler	46
3.2.5. Yemlerin Sindirilebilirliği ile İlgili Faktörler	50
3.2.5.1. Hayvanın Türü	50
3.2.5.2. Hayvanın Yaşı	50
3.2.5.3. Yemin Bileşimi	50
3.2.5.4. Yemlerin İşlenmesi	51
3.2.5.5. İklim Koşulları	51
4. YEM ANALİZLERİ	52
4.1. Yem Analiz Laboratuvarı	52
4.1.1. Laboratuvar Alet ve Ekipmanları	52
4.1.2. Laboratuvar Malzemeleri	53
4.1.3. Laboratuvar Ekipmanları	55
4.2. Laboratuvarda Yapılan Analizler	57
4.2.1. Fiziksel Analizler	57
4.2.1.1. Bazı Yemelerin Fiziksel Özellikleri	57
4.2.2. Kimyasal Analizler	58
4.3. Yemlerden Örnek Alma	58
4.3.1. Kaba Yemlerden Örnek Alma	59
4.3.2. Yeşil ve Suca Zengin Yemlerden Örnek Alma	59
4.3.3. Yoğun (Kesif) Yemlerden Örnek Alma	60

4.3.4. Karma Yem ve Mineral Yem Karışımlarından Örnek Alma	61
4.4. Yemlerin Kimyasal Analize Hazırlanması	61
4.5. Yemlerin Kimyasal Analizi	61
4.5.1. Kuru Madde Tayini	62
4.5.1.1. Klasik-Etöv	62
4.5.1.2. Suca Zengin Kaba Yemlerde Havada Kuru Madde Tayini (Etöv)	63
4.5.1.3. Suca Zengin Kaba Yemlerde Havada Kuru Madde Tayini (Mikrodalga)	64
4.5.1.4. Suca Zengin Yem ve Gıdalarda Kuru Madde Tayini (Vakum Drier)	65
4.5.1.5. Sıvı ve Katı Yağlarda Nem-Uçucu Madde Tayini (Etöv)	66
4.5.2. Ham Kül (ve Organik Madde) Tayini	67
4.5.3. Hidroklorik Asitte Çözünmeyen Kül Tayini	68
4.5.4. Ham Yağ Tayini	71
4.5.5. Ham Protein Tayini	73
4.5.5.1. Yarı Otomatik Sistemlerde Azot Tayini	76
4.5.5.2. Tam Otomatik Sistemlerde Azot Tayini	76
4.5.6. ADF Tayini	79
4.5.7. NDF Tayini	82
4.5.8. ADL Tayini	85
4.5.9. Ham Selüloz Tayini	92
5. EKLER- Analiz Formları	93
6.YEM ve HAYVAN BESLEME TERİMLER SÖZLÜĞÜ	103
KAYNAKLAR	125

Tarımın temel iki üretim alanından biri olan hayvansal üretim, her şeyden önce insanoğlunun neslinin devamını sağlayan ve dengeli beslenmenin vazgeçilemez öğeleri olan et, süt ve yumurta gibi temel besin maddelerinin ekonomik üretimini kendine amaç edinmiştir. Hayvansal ürünler protein, mineral maddeler ve vitaminler başta olmak üzere insanın gereksinim duyduğu tüm besin maddelerini uygun oranlarda içeren, sindirimi kolay, kendisine has lezzet ve aromaya sahip göreceli olarak pahalı olan ürünlerdir. Bu nedenle bireysel ve toplumsal gelişmişliğin en önemli göstergesi, hayvansal ürünlerin yeterli miktarlarda üretilmesi ve tüketilmesidir.

Dünya ölçeğinde yapılan bir değerlendirmede, genel beslenme durumunun iyi olmadığı ve gelecek yüzyılda milyonlarca insanın açlık tehlikesi ile karşı karşıya kalacağı tahmin edilmektedir. Bunda en büyük etken nüfusun, besin maddeleri üretiminin iki misli hızla artmasıdır. Bu durum, dünyanın her yerinde hayvansal üretimin artırılması zorunluluğunu doğurmaktadır. Hayvansal üretimin artırılması ise genetik ıslah ve bakım-beslemenin iyileştirilmesi ile mümkündür. Sözü edilen bu uygulamalar içerisinde besleme düzeyi hayvanların verimini en fazla etkileyen unsurdur. Bu nedenle hayvanların besin maddeleri gereksinimleri, hayvanlara yedirilen yemlerin besleme değerleri ve çeşitli hayvan türleri için uygun rasyonların hazırlanması gibi, hayvan beslemenin özünü oluşturan konuların çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Nitekim her türlü hayvansal ürünün gerek miktar ve gerekse kalitesine olumlu yönde ve ekonomik bir şekilde etkide bulunmak uygun yemler ve/veya yem karmaları kullanmak suretiyle mümkündür.

Hayvanın çeşidine, yaşına ve verim yönüne göre ayrı rasyonlar gerektiği için, her rasyonun hazırlanış amacına uygun yemlerin kullanılması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Bunun gerçekleşme derecesi, yöresel duruma, yani toprak, iklim, işletme ve çalışma ilişkilerine bağlıdır. Başarılı bir hayvansal üretim için, pazar durumunun dikkate alınması, hayvancılık konusunda eksiksiz teknik bilgi ve yeterli miktar ve kalitede yem üretimi ve bu yemlerin niteliklerinin çok iyi bilinmesi gerekir. Hayvanlardan, kalite ve miktar açısından yeterli ürün alabilmenin en verimli ve en ekonomik yollarından biri körpe bitki yaprakları ile beslemedir. Bu yaprakların, mümkün olduğu sürece yaş yedirilmesi; saklanacağı zaman, yaş ve körpe iken içerdikleri besin maddelerini en geniş ölçüde koruyacak şekilde saklanmaları gerekir. Çünkü alınması mümkün tüm önlemlere rağmen, sıcak iklim koşulları dışında, bütün yıl, yaş yeşil yemleri sürekli bulmak mümkün değildir. Bu nedenle hayvansal üretimin ve ekonomikliğin sürekliliği için yeşil yemleri, tekniğine uygun yaş veya kuru olarak saklamayı bilmek gerekir. Eldeki mevcut yem kaynakları ile amaçlanan verim düzeyine ulaşmak mümkün görülüyorsa; işletme içinde üretilen yem kaynakları dışında ticari olarak alımı-satımı yapılan yoğun besin madde içeriğine sahip ticari yemlerin alınması, tek veya eldeki yem kaynakları ile karışım halinde hayvanlara verilmesi gerekebilir. Satın alınacak yem kaynağı veya kaynaklarının değerlendirilmesi ve seçimi yine ileri düzeyde teknik bilgi gerektirir. Çünkü, hayvansal üretimde en önemli masraf yemdir ve toplam girdinin yaklaşık %75-80'ni oluşturmaktadır. Bu durum, ekonomik bir hayvansal üretim için, bu alanda çalışan kişilerin yemler hakkında yeterli bilgiye sahip olması gerektiğine işaret etmektedir. Yem nedir? hangi kriterler aracılığıyla yemin değeri

belirlenir? Tek tek her bir yemin hayvanlar üzerindeki faydalı veya zararlı etkileri nelerdir? Bunlar iyi bilinmeden hayvanların gerekli ve ekonomik bir şekilde beslenmesi mümkün değildir. Bunun da ötesinde tüm dünyada gelişen rekabetçi ekonomik koşullar, hayvansal üretim maliyetinin düşürülmesi için gerekli çabanın gösterilmesini zorunlu hale getirmektedir. Bu da ancak geleneksel yem maddelerinden optimum düzeyde yararlanmayı sağlayacak önlemlerin alınmasının yanı sıra, bu yem maddelerine alternatif olabilecek ucuz yeni yem maddelerinin bulunarak, niteliklerinin saptanıp hayvan beslemede kullanılması ile mümkündür.

Tüm bu uygulamaları gerçekleştirmenin birinci koşulu ise, bu alanda çalışacak kişilerin yemler ve yem teknolojisi konularında yeterli bilgiye sahip olmalarıdır. Bunun yanı sıra yoğunluğunu giderek artıran araştırma çalışmaları sonucunda elde edilen yeni bilgilerin bu kişiler tarafından izlenerek uygulamaya aktarılması da en az birinci koşul kadar zorunludur.

Mevcut ders notu içerisinde önce yemin tanımı ve sınıflandırılması yapılmış, yem değerlendirme sistemleri ve yem değeri üzerine etkili etmenler incelenmiş, yem analizleri anlatılmış ve metotlara ait güncel protokoller verilmiştir.

2.1. YEMİN TANIMI

Hayvanların yaşamlarını sürdürebilmeleri ve çeşitli ürünleri verebilmeleri için su, karbonhidratlar, protein, yağ, vitaminler, mineral maddeler gibi besin maddelerine gereksinimleri vardır. Hayvanlar bu besin maddelerini yedikleri yemler ile içtikleri sudan sağlarlar. Yemlerin besin maddeleri sağlama dışında, dolgu maddesi oluşturma, hayvansal ürünlere istenen renk, koku ve tadı veren unsurları sağlama ve gerektiğinde hastalıktan koruyucu veya tedavi edici amaçlı ilaçların ağız yoluyla hayvanlara verilmesinde aracı olma gibi görevleri de vardır.

Yemin hayvan organizmasındaki görevlerinden hareketle çeşitli yem tanımlamaları yapılmıştır. Bu tanımlamaları da göz önüne alınarak yeni bir tanımlama yapılacak olursa; **pratikteki deneyimlerin gösterdiği sınırlar içinde kalan miktarlarda ve koşullarda hayvanlara yedirildiğinde, hayvanın sağlığına zararlı etkisi olmayan, hayvanların yaşamlarını sürdürmelerini ve verim vermelerini sağlayan, hayvanların yararlanabileceği formlarda organik ve inorganik besin maddeleri içeren ve ağız yoluyla alınan tüm maddelere YEM denir.**

Bu tanımlamaya göre, hayvanların yararlanacağı besin maddelerini içermeyen kum ve toprak gibi maddeler yem değildirler. Ayrıca tırnak, boynuz, deri unları, kömür tozu, hayvanların ihtiyacı olan bazı organik maddeleri içerdikleri halde sindirilemedikleri için hayvanlar tarafından yararlanılamazlar ve bu nedenle yem sayılmazlar. Ayrıca ıslatılmadan hayvana verildiğinde su çekerek şişen ve yemek borusunu tıkayabilen ya da rumeni zorlayabilen kuru pancar posası, fazla yedirildiklerinde hayvana zararlı etkileri olan acı bakla, yeşil yonca ve arpa gibi yemler de bu nitelikleri ile yukarıdaki tanımlama kapsamında iyi bir yem sayılmazlar. Bu yiyecekler belirli bazı işlemlerden geçirilerek ya da sınırlı miktarlarda hayvanlara yedirilerek zararlı etkileri ortadan kaldırıldığında, yem niteliği kazanırlar. Bunun yanı sıra, hayvanların rasyonlarına katılan renk maddeleri, stres azaltıcı ve oksidasyonu önleyici bileşikler de besin değeri taşımadıkları için yem olarak kabul edilmezler.

Yemler, ot, saman, mısır, arpa, süt vb. çeşitli bitkisel veya hayvansal kaynaklı tamamen doğal ürünler olabilecekleri gibi, bunların işlenme artıkları veya yan ürünleri ve bütünüyle teknoloji ürünü maddeler de olabilirler. Mısır glütenu, buğday kepeği, kan unu, süt tozu, yağlı tohum küspeleri gibi ürünler işlenme artıklarını oluşturmaktadır. İleri teknoloji ürünü olan ve tamamen yapay olarak elde edilen amino asitler, çeşitli vitaminler ve mineraller gibi bazı sentetik maddeler de besin değerine sahip oldukları için yem olarak tanımlanabilir.

Yemler içeriklerinde buldukları besin maddelerinin konsantrasyonu derecesinde değer kazanırlar. Birim ağırlıkta yüksek oranda sindirilebilir besin maddesi içeren yemlere “yoğun (kesif) yemler” adı verilir. Birim ağırlıkta düşük oranda sindirilebilir besin maddeleri içeren yemlere ise “kaba yemler” adı verilir. Besin maddesi açısından zengin olan yemler kuru madde içeriği bakımından da zengindir. Ancak kuru madde içeriğinin zengin olması o yemin yoğun yem olduğunu göstermez. Örneğin samanlar kuru maddece zengindirler; ancak sindirilebilirlikleri düşük olduğu için kaba yem olarak değerlendirilirler. Kuru madde içeriğince zengin kaba yemlere “kuru kaba yemler” denir. Yeşil ve sulu yemler, kuru madde ve birim ağırlıklarındaki besin madde içeriğince fakir olduklarından yeşil kaba yemler veya sulu kaba yemler olarak tanımlanırlar. Yemlerle ilgili bazı tanımlar ve yemlerin sınıflandırılmasına ilişkin detaylı inceleme aşağıda sunulmuştur.

Yem Maddesi veya Yem Hammaddesi: Hayvan yemi olarak kullanılan madde veya hayvan yeminin hazırlanmasında hammadde olarak kullanılan materyaldir.

Yem Karması: Hayvanlara besin madde temin etmek için yem maddelerinden oluşturulan karışımdır.

Kaba Yem: Taze, kurutulmuş veya silaj formunda hayvan yemi olarak kullanılan, bitkisel kökenli, doğal koşullar altında yetişen veya endüstriyel yan ürün olarak elde edilen doğal nitelikli, enerji ve proteince fakir, selülozca zengin yemler olup, birim ağırlıkta düşük oranda sindirilebilir besin maddeleri içeren yemlere “**kaba yemler**” adı verilir

Yoğun (kesif) Yem: Temel besin maddelerinden (enerji, protein, yağ, vitamin, mineral) biri veya birkaçı bakımından zengin, besin maddelerinin sindirilme derecesi yüksek yem maddeleri olup, birim ağırlıkta yüksek oranda sindirilebilir besin maddesi içeren yemlere “**yoğun (kesif) yemler**” adı verilir.

Karma Yem: Evcil hayvanların çok miktarda ve kalitede ürün vermelerini sağlayan, birden fazla yem hammaddesinin bir araya getirildiği, verileceği hayvanın gereksinimi ölçüsünde besin madde içeriği dengelenmiş ve yapısı garanti edilmiş yoğun yem karışımlarıdır.

Rasyon: Hayvanların 24 saatlik (günlük) besin madde gereksinimlerini karşılamak için gün içinde tek veya birden fazla öğünde verilen yem karışımı.

TMR (toplam mix rasyon): Ruminant hayvanların 24 saatlik (günlük) besin madde gereksinimlerini karşılamak için gün içinde tek veya birden fazla öğünde verilmek üzere hazırlanan kaba ve yoğun yemlerin birlikte karıştırılması ile hazırlanan yem karışımı.

Besin Maddesi: Hayvanların yaşamlarını devam ettirmek, et, süt, yumurta ve döl vermek için gereksinim duydukları ve rasyonla almak zorunda oldukları elementler veya maddeler (su, protein, karbonhidrat, yağ, vitamin, mineral)'dir.

2.2. YEMLERİN SINIFLANDIRILMASI

Yemlerin sınıflandırılmasında ne yazık ki bugüne kadar belli bir ilke üzerinde anlaşılammıştır. Bu konuda yazılan kitapların bir kısmında yemler sahip oldukları benzer özelliklere göre (suca zengin yemler, kaba yemler, endüstri yan ürünleri vb) gruplandırılmış, bazılarında ise üretim ve pazarlanma durumları dikkate alınarak çiftlik

yemleri ve ticaret yemleri olarak iki ayrı başlık altında incelenmiştir. Başka kaynaklarda ise herhangi bir sınıflamaya tabi tutulmadan yemler bağımsız başlıklar altında incelenmiştir. Sayıları çok fazla olduğundan yemleri sınıflandırmak çok güç olsa bile sonuçta kaçınılmaz bir zorunluluktur. Sınıflandırma yemleme uygulamalarında iki önemli yarar sağlamaktadır:

1. Yemlerin yakından tanınıp özelliklerinin daha iyi bilinmesine yardımcı olur.
2. Aynı gruba giren yemlerin birbirinin yerine kullanılabilme olanaklarını ortaya koyar ve böylece rasyonların hazırlanmasında çeşitli kolaylıklar sağlar.

Temelde yemleri sınıflandırmanın esas amacı, nitelikleri birbirine yakın olan yemleri aynı grup altında toplayıp bunların kısmen yada, tamamen birbirinin yerine kullanılabilme olanaklarını açığa çıkarmaktır.

Türkiye'de hayvancılık alanındaki resmi işlemlerde 13.06.2010 tarihinde yürürlüğe giren 5996 sayılı Yem Kanunu'nda yer alan sınıflandırma geçerlidir. Ülkemizde resmi olarak geçerli olan bu sınıflandırmada yemlerin elde edildiği kaynak esas alınmıştır. Bu durum, besin maddeleri içeriği bakımından aynı sınıf içerisinde yer almaması gereken bazı yemlerin bir arada yer almasına neden olmaktadır.

Yemler ne şekilde sınıflandırılırsa sınıflandırılırsın ulaşılmak istenen tek amaç, bunların belli bir sıra ile inceleyerek özelliklerini tanıtmak, hayvanlar üzerindeki etkilerini ortaya koymaktır. Bundan sonraki bölümlerde de aynı amaca ulaşmak için şimdiye kadar yapılan sınıflandırmaları birleştirici bir yol izlenecektir.

Buna göre yemler aşağıdaki gibi sınıflandırılacak ve bu ders kapsamı içinde bu sınıflandırma esas alınarak yemler tek tek incelenecektir.

Bu sınıflandırma içine yem değeri, yani besleme değeri olmadığı halde yem katkı maddeleri de dahil edilmiştir. Çünkü modern çiftlik hayvanlarının beslenmesinde yemlerin kendileri kadar yem katkı maddelerinin de ekonomik önem taşıdıkları artık kesin kabul edilen bir gerçektir. Özellikle yüksek verimli süt inekleri, besi sığırları ve kanatlı hayvanlardan elde edilen gelirin artması, yem katkı maddelerinin kullanımı ile yakından ilişkilidir. Yem katkı maddeleri konusu, ilgili bölümde detaylı olarak anlatılacaktır.

1. KABA YEMLER

1.1. Sulu Kaba Yemler

1.1.1. Yeşil Yemler

1.1.1.1. Doğal ve Yapay Çayır-Mer'alar

1.1.2.1. Tek veya Karışık Yetiştirilen Yeşil Yemler

1.1.2. Kök ve Yumru Yemler

1.1.2.1. Kök Yemler

1.1.2.2. Yumru Yemler

1.1.3. Yaş Meyveler ve Kabaklar

1.1.4. Ağaç Dal ve Yaprakları

1.1.5. Meyve Suyu ve Konserve Sanayi Artığı Posalar

1.1.6. Sanayi Artığı Şilempeler

1.1.7. Silo Yemleri (silaj, haylaj)

1.2. Kuru Kaba Yemler

1.2.1. Kuruotlar

1.2.1.1. Baklagil Kuru Otları

- 1.2.1.2. Buğdaygil Kuru Otları
 - 1.2.1.3. Baklagil-Buğdaygil Karışımı Kuru Otlar
 - 1.2.2. Saman, Kılıf, Kabuk ve Kavuzlar
 - 1.2.2.1. Baklagil Samanları
 - 1.2.2.2. Buğdaygil Samanları
 - 1.2.2.3. Kılıf, Kabuk ve Kavuzlar
 - 1.2.3. Kıtık Yemleri (Kesler)
2. YOĞUN YEMLER
- 2.1. Dane Yemler
 - 2.1.1. Buğdaygil Dane Yemleri
 - 2.1.2. Baklagil Dane Yemleri
 - 2.1.3. Yağlı Tohumlar
 - 2.1.4. Diğer Tohum ve Kuru Meyveler
 - 2.2. Endüstriyel Yemler
 - 2.2.1. Yağ Sanayi Yan Ürünleri
 - 2.2.2. Değirmencilik Sanayi Yan Ürünleri
 - 2.2.3. Fermantasyon Sanayi Yan Ürünleri
 - 2.2.4. Nişasta Sanayi Yan Ürünleri
 - 2.2.5. Şeker Sanayi Yan Ürünleri
 - 2.2.6. Biyoyakıt Sanayi Yan Ürünü; Gliserol
 - 2.3. Hayvansal Kaynaklı Yemler
 - 2.3.1. Süt ve Süt Ürünleri
 - 2.3.2. Su ve Rendering Ürünleri
 - 2.3.3. Hayvan Gübresi
 - 2.3.4. Larva, Pupa, Böcek-Solucan
 - 2.4. Yemlik Yağlar
 - 2.5. Tek Hücre Proteinleri
3. YEM KATKI MADDELERİ
- 3.1. Teknolojik yem katkı maddeleri
 - 3.2. Duyusal yem katkı maddeleri
 - 3.3. Besinsel yem katkı maddeleri
 - 3.4. Zooteknik yem katkı maddeleri
 - 3.5. Koksidiyostatik ve histomonostatik yem katkı maddeleri

3.1. YEMLERİN DEĞERİ

Hayvansal üretimin amacı et, süt ve yumurta gibi çok değerli insan gıdalarını üretmektir. Hayvanlardan sağlanan tüm bu verimler, yemlerle tüketilen çeşitli besin maddelerinin değişik yollarla işlenerek tekrar bir araya getirilmiş formudur. Buna göre herhangi bir yemin değeri denildiğinde; bunun hayvanın vücudunda belli amaçlarla değerlendirilme gücü anlaşılmalıdır. Özetle, bir yem yedirildiği hayvanın sağlığı, gelişmesi, verdiği ürünün miktar ve kalitesi üzerine ne kadar yüksek bir etki sağlıyorsa, o kadar değerli kabul edilir.

Hayvanların beslenmesinde asıl olan hayvanların besin madde gereksinmelerinin ve bu gereksinmeyi karıştırmak için kullanılacak yemlerin bu besin maddeleri bakımından durumlarının ve yem hammaddelerinin spesifik özelliklerinin (zehirli maddeler, yemin sindirimini, hayvanın fizyolojisini etkileyen maddeler içeriği) bilinmesi gerekir.

Yemlerin bu özelliklerinin belirlenmesinde bir kısım fiziksel, kimyasal ve bir takım biyolojik yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler, hayvanın beslenmesinde kullanılacak yemin;

1. fiziksel özellik (görünüm, koku, tat, sertlik, irilik, sıcaklık, yaprak/sap oranı, vb.),
2. kimyasal içerik (ham besin madde, kuru madde, organik madde, inorganik madde, ham protein, ham yağ, ham kül, HCl'de çözünmeyen kül, ham selüloz, ADF, NDF, ADL ve NÖM) ,
3. sindirilebilirlik (in vivo, in vitro, in situ),
4. enerji içerikleri (brüt, sindirilebilir, metabolik, ısı, net enerji)
5. protein içerikleri (proteinin biyolojik değeri, rumende yıkılabilirliği)
6. özel içerik maddeler-aktif madde içerikleri (vitamin, hormon, antibiyotik, zararlı-zehirli maddeler-antibesinsel faktörler.

Yukarıda yer alan altı temel değerlendirme yöntemi; biri, birkaçı veya tamamı yemin olumlu veya olumsuz özelliklerinin tespitine ve hangi yemin, hangi hayvanda, hangi miktar ve kalitede ürün eldesi açısından sorunsuz kullanılabileceği belirlemede kullanılır. Bu değerlendirmelerin bir kısmı teknik bilgi ve tecrübeye dayalı olarak çıplak gözle maliyetsiz yapılabildiği gibi, basit alet-ekipman veya çok pahalı alet-teçhizat ve uzun emekler karşılığında da yapılabilmektedir. Değerlendirmede temel belirleyici unsur, yem maddesinin kendisi, hangi hayvana verileceği, o hayvandan elde edilecek ürünün cinsi ve kalitesidir.

Yemler hakkındaki bilgiler hayvan besleme bilgisi ile birlikte gelişmiştir. Günümüzden 1-1.5 asır kadar önce yemler hayvanlara tek başlarına verildiklerinde hayvanın tüm gereksinmelerini karşılayabileceği, bunun için sadece miktar ayarlamasının yeterli olabileceği zannediliyordu. Daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalar, yemlerin

içeriğindeki maddelere bağlı olarak etkilerinin farklı olacağını, belirlenen etkilerin tüketilen yem miktarına göre bazen zararlı olabileceğini göstermiştir. Öte yandan, değişik yemlerin içerdikleri besin maddeleriyle bazı yönlerden birbirlerini tamamlayabileceklerini, bu nedenle bunların tek başlarına değil en azından birkaçının bir araya getirilerek hayvanlara verilmelerinin gerektiği de ortaya konmuştur. Bu nedenle yemler enerji ve protein içeren yemler olmak üzere 2 ana grupta toplanmış ve bu iki grup yem hayvana birlikte verilerek hem enerjiden hem de proteinden daha fazla yararlanma olanağı sağlanmıştır. Benzer ayırım proteince zengin yemler arasında da yapılmış ve bazı aminoasitlerce zengin olanlar aynı aminoasitce fakir olanlarla bir araya getirilerek her birinin tek başına sağladığı yarardan daha fazlasına ulaşılmaya çalışılmıştır.

Yukarıda belirtilen nedenlere bağlı olarak yemlerin hayvanlarda meydana getirecekleri etkilerin saptanmasına ve buna göre bir değerlendirme yapılmasına büyük gereksinim vardır. Çünkü bu şekilde yapılacak bir değerlendirme ile hayvanların yeteri düzeyde ve ekonomik olarak beslenmeleri mümkün olacaktır.

3.1.1. Yemlerin Fiziksel Analizlere Göre Değerlendirilmesi

Yemlerin beş duyu organla belirlenebilen özellikleri fiziksel özellikleridir. Yemlerin en önemli fiziksel özellikleri;

- Görünüş,
- Koku,
- Tat,
- Sertlik,
- İrilik,
- Sıcaklık.
- Kaba yemlerde yaprak, sap oranı, rasyonda kaba/kesif yem oranı.

Bakla ve bazı buğdaygiller doğal halleriyle çok sert olduklarından birçok hayvan tarafından ağızda kolayca çiğnenip değerlendirilemezler. Çoğu zaman bu tür sert yemlerin parçalanamadıkları için değerlendirilemeden gübre ile dışarı atıldıkları gözlenir. İri boy bir mısır tanesinin veya büyük boyuttaki pelet yemlerin civcivler tarafından da tüketilmesi mümkün değildir. Aynı şekilde donmuş yemler de hayvanların sindirim sisteminde birçok zararlı etkiler oluştururlar. Ayrıca bunlar sindirimden önce vücut sıcaklığına kadar ısıtılmak zorunda olduklarından hayvanda enerji kaybına da neden olurlar.

Yemlerin fiziksel olarak yem değerlerinin tayininde kullanılan yöntemler en kaba fakat hızlı ve masrafsız yöntemlerdir. Genellikle duyu organlarıyla yapılan değerlendirmeler yemlerin özellikle satın alınmaları aşamasında çabuk karar vermede ve uygun fiyat takdirinde büyük kolaylık sağlar. Fiziksel analizde, önce yemin "görünüşü" incelenir. Daha sonra "renk" ve "koku" ve mümkün ise "tat" özellikleri kontrol edilir. Kuru otlar da ayrıca elastikiyet kontrolü de yapılır. İyi kalitede bir kuru otun bir tutamının büküldüğü zaman kopmaması, kırılmaması gerekir.

Duyu organlar yanında, bazı araçlar kullanmak suretiyle de fiziksel analizler detaylandırılabilir. Bu araçların başında büyüteç, mikroskop, hektolitre kabı, elek, terazi, vs. gelir.

Büyüteç ve mikroskopla yapılan incelemede yemin yabancı madde ve yabancı tohum, zararlı maddeler ve böceklerle bulaşık olup olmadığı saptanır. Mikroskop ayrıca yemdeki zararlı mikroorganizmaların varlığı hakkında da bilgi verir.

Hektolitrelere kapları dane yemlerin hektolitrelere ağırlıklarını bulmada kullanılır. Hektolitrelere kabının hacmine bağlı olarak yemin 100 litresinin ağırlığı bulunmuş olur. Hektolitrelere ağırlığı ile yem tanelerinin dolgun veya zayıf oldukları ortaya çıkar. Dolgun tanelerin hektolitresine cılız tanelere göre oldukça yüksektir.

Elekler, yem tanelerinin iriliğini saptamak ve iriliğin oransal miktarını belirlemek amacıyla kullanılır. Bunların delik çapları 1-3 mm arasında değişir. Eleklerden elenen yemler kullanılan eleklerin gözenek çaplarına bağlı olarak sınıflandırılır ve % elek altı olarak değerlendirilir.

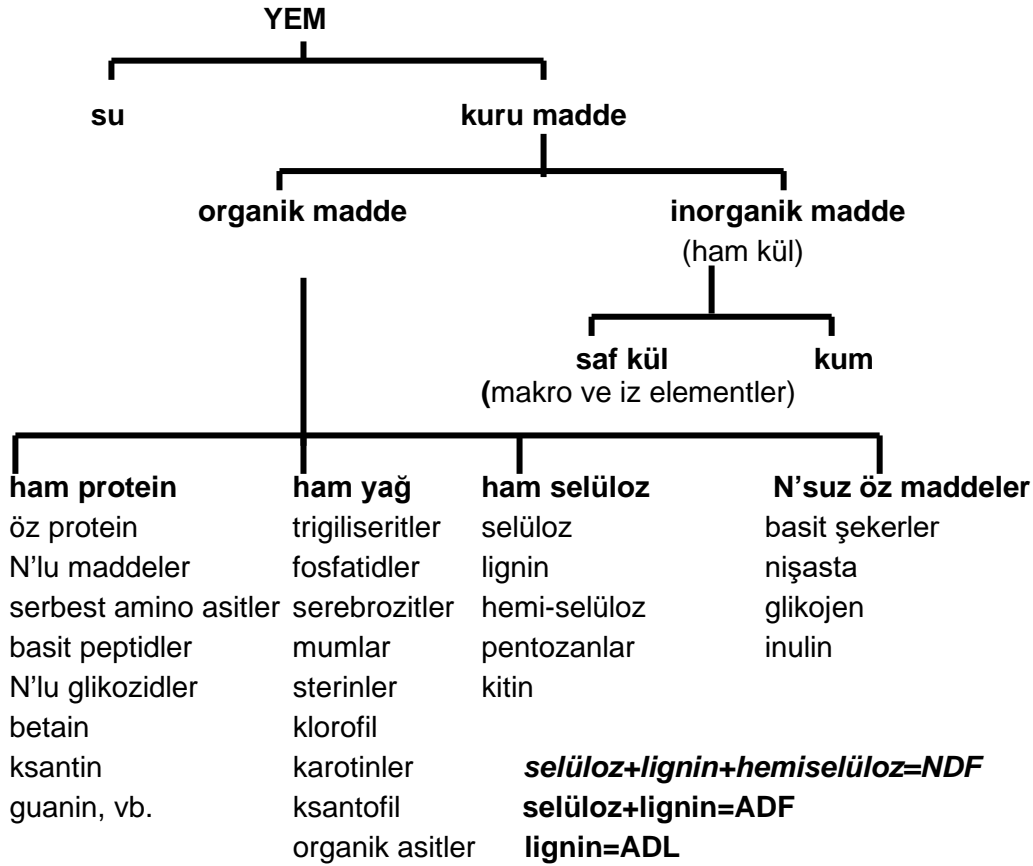
Terazi ile yine tane yemlerden 15 g tartılarak bu miktar yemdeki tane miktarı sayılır. Bu değerden yararlanılarak 1000 tane ağırlığı bulunur. Böylece tane ağırlığı hakkında bilgi edinilmiş olur.

3.1.2. Yemlerin Kimyasal Analizlere Göre Değerlendirilmesi

Yemlerin kimyasal yapıları çok yönlü bir görünüme sahiptir. Bu değişik yapının önemli bir kısmını bugün analizlerle belirlemek mümkündür. Fakat tüm kimyasal özelliklerinin saptanmasında bazı güçlükler vardır. Diğer taraftan yem değerinin saptanmasında sadece kimyasal analizler de yeterli değildir. Bu analizler fiziksel analizlerde olduğu gibi yem değeri hakkında belli ölçülerde bir tahmin yapmaya yardımcı olur. Yem değerini belirlemede kullanılan kimyasal analizler iki grup altında incelenir.

1. Grupta besin maddeleri, ham protein, ham yağ, ham selüloz, ham kül ve nitrojensiz öz maddeler başlığı altında toplanır ve yem hakkında bu besin maddelerine bakılarak ilk özet bilgi edinilir. Bu analizler, **Weende** Metodu'na göre yapılır. Ancak bu analizlerde elde edilen sonuçların yemin besin madde bileşenleri bakımından kaba sonuçlar vermesi ve yemin gerçek besleme değerini göstermediği bilindiğinden, daha hassas analizlere gereksinim duyulur.
2. Grupta toplanan analizler ise ilk grupta belirlenenlere ek olarak yapılan çok daha hassas analizlerdir. Amino asit, vitamin, yağ asidi, çeşitli beslemeyi engelleyici zararlı ve yabancı madde analizleri gibi kaba olmayan, oldukça hassas analizler sayesinde yemin besleme değeri hakkında gerçek fikir sahibi olunabilir.

Yemlerin ham besin madde içerikleri aşağıdaki şekilde şematize edilebilir (Şekil 5.1). Bu şemadan da görüleceği gibi bazı besin maddelerinin başında yer alan "ham" kelimesi aynı analiz yöntemi ile birden fazla maddenin beraberce belirlendiğini ifade eder. Şemadan da görüldüğü gibi ham protein içerisindeki gerçek proteinlerin yanında aynı yöntemle belirlenen ve sadece nitrojen içermeleri nedeniyle gerçek proteinlerle benzerlik gösteren NPN'li maddeler de bulunmaktadır. Aynı şekilde ham selüloz içerisinde hemiselüloz, selüloz ve lignin gibi maddeler de yer almaktadır.



Şekil 5.1. Yemlerinin bileşiminde yer alan besin maddeleri

Su: Herhangi bir yem maddesi doğal özelliklerine bağlı olarak belli düzeyde su içerirler. Su miktarı tane yem, kuru ot ve samanlarda %10-12; yeşil ot ve silajlarda %40-80 arasında değişir. Tane yemlerde ve endüstri yan ürünlerinde (kepekler, küspeler, hayvansal kökenli yemler vb) su içeriğinin %10'dan fazla olmaması arzu edilir. Aksi takdirde depolama aşamasında oluşabilecek kızışmalar hem yemin bozulmasına hem de bu yemi tüketen hayvanlarda bir dizi sağlık sorunlarına yol açar. Ayrıca yemin su içeriğinin ekonomik yönden de olumsuz etkisi vardır. Fazla su içeren yemin satın alınmasında ödenen paranın belli kısmı su için ödenecek, bunun hayvana besinsel olarak bir yararı olmayacaktır.

Ruminant beslemede suca zengin yemlerle havada kuru yemler birlikte kullanıldığı için yem tüketimi kuru madde bazında tanımlanmaktadır. Bu nedenle çoğu zaman suca zengin yemlerin besin madde içerikleri ve rasyondaki miktarları kuru madde bazında ifade edilmektedir.

Örneğin, 15 kg kuru madde alması gereken bir süt sığırının toplam rasyonunda kuru madde bazında %35 kuru maddeli %60 mısır silajı ve %88 kuru maddeli %40 kesif yem kullanılacaksa hayvana doğal halde, 25.7 kg mısır silajı ($15 \times 0.60 / 0.35 = 25.7$) ve 6.82 kg kesif yem ($15 \times 0.40 / 0.88 = 6.82$ kg) verilmesi gerekmektedir.

Kuru Madde (KM): Yemlerdeki su usulüne uygun olarak uçurulduktan sonra geriye kalan kısma "kuru madde" adı verilir. Kuru madde, o yeme ait tüm besin maddelerini içeren kısımdır. Herhangi bir yemin kuru maddesi ne kadar çok ise besin maddelerince zengin olma olasılığı o oranda yüksek olacaktır. Öte yandan, kuru madde analizi, yemdeki

organik yapıda uçucu özellikte besin maddelerini içermez. Bu nedenle bu analiz sonucuna bakılarak yemin besleme değeri hakkında kesin fikir sahibi olunamaz. Yem içindeki organik ve inorganik maddelerin toplamı olan kuru maddenin belirlenmesi, hiçbir şekilde yemin besin madde içeriği açısından yapısını ortaya koymaz.

İnorganik Madde (Ham Kül; HK): Kuru madde usulüne uygun yakıldığında geriye kalan yanmamış maddelerin tümüne "ham kül" adı verilir. Ham kül içerisinde yemdeki doğal inorganik maddeler (makro ve iz mineraller) bulunabileceği gibi yeme sonradan karışmış toz, toprak, kum gibi maddelerde bulunabilir. Yeme sonradan karışmış bu materyaller hayvanlar için zararlıdır. Zaten büyük bir kısmı da organizmada hiç sindirime uğramadan gübre ile dışarı atılır. Yemin yapısındaki gerçek kül (makro ve iz mineraller) yanında yemdeki kum miktarını da veren ham kül tayini, bu özelliği nedeniyle yemdeki gerçek kül miktarı açısından fikir vermez.

HCl Asitte Çözünmeyen Kül: Bu analizle ham kül içinde gerçek kül yapısında olmayan maddeler tayin edildiğinden hem yemin gerçek kül yapısı hem de kumlu maddeler içeriği hakkında daha detaylı bilgiler elde edilebilir. Böylece, ham kül analizinin yorumlanmasına yardımcı olur.

Organik Madde (OM): Organik maddeler, ham kül analizi sırasında kuru maddenin yanan bölümüdür. Bu maddelerin sindirilebilirliği arttıkça yem "yoğun yem" tersi durumunda da "kaba yem" özelliği kazanır. Kaba yemler daha çok sindirim sisteminde fiziksel doluluk sağlayarak hayvanda tokluk hissi oluşturmak amacıyla kullanılırlar. Organik maddeyi oluşturan temel besin maddeleri, ham protein, ham yağ, ham selüloz ve azotsuz öz maddelerdir. Toplam yem miktarından, ham kül analiz sonucu bulunan değerinin çıkartılması ile elde edilen bu değer, sadece yemin organik madde miktarını verir. Organik maddenin bileşenleri hakkında fikir vermez.

Ham Protein (HP): Organik maddeler içerisinde nitrojen içeren tüm maddelere "ham protein" denir. Ham protein, kimyasal analiz sonucunda saptanan azot değerinin 6.25 (proteinlerin %16'sı azot; 100/16) katsayısı ile çarpılması sonucu bulunur. Bu şekilde bir işlemle gerçek protein özelliğinde olmayan maddeler de hesaba alındığından yemin gerçek protein değeri elde edilemez ve yanılgı oluşabilir. Özellikle protein yapısında olmayan azotlu maddelerce zengin kök yemlerde bu yanılgı daha yüksek olur. Gerçek protein değerinin saptanabilmesi için toplam amino asit tayini gerekir. Böyle bir analizle incelenen yemin amino asit yapısı da belirlenmiş olur. Ancak amino asit tayini oldukça pahalı ve uzun uğraş gerektirir.

Ham Yağ (HY): Ham yağ grubu içinde daha çok eterde çözünebilir maddeler vardır. Bu nedenle ham yağ yerine çoklukla "Eter Ekstrakt Maddeler" ifadesi de kullanılmaktadır. Ham yağ değeri sadece yemin yağ içeriğini değil, eter içinde çözünebilir klorofil, yağda eriyen vitaminler, reçine, mumlar ve organik asitler gibi diğer materyalleri de içerir. Bu nedenle yemin gerçek yağ içeriği değil, toplam lipid içeriği hakkında bilgi verir.

Ham Selüloz (HS): Bitkisel kaynaklı yemlerin iskeletini oluşturan bu madde grubu, geniş getirenlerin dışındaki hayvanlar için güç sindirilebilir hatta hiç sindirilemeyen, dolayısıyla sadece sindirim sistemini doldurup fiziksel tokluk oluşturarak onun normal çalışmasına katkıda bulunan lignin, selüloz ve hemiselülozdan oluşan bir grup görünümündedir. **Lepper** metoduna göre analizi yapılır. Yemin toplam ham selüloz içeriğini fraksiyonlara ayırmadan verdiği için hassas bir analiz değeridir. Gerçekte, ham selüloz değişik yem

değerlendirme sistemlerinde örneğin Amerikan sisteminde (NRC), ADF, NDF ve ADL (asit deterjanda çözünmeyen lignin) olarak detaylandırılmaktadır. İngiliz sisteminde (ARC), Modified Acid Detergent Fiber şeklinde başka bir değerlendirme söz konusudur. Bu metotta da hücre duvarı ve hücre içeriği ayrı olarak değerlendirilmekte ve yemin ham selüloz içeriğinin fraksiyonel yapısı ortaya konulabilmektedir. ADF, NDF ve ADL analizlerinin her üçü de **Van Soest** metoduna göre yapılır. Yemlerin gerçek selüloz içeriği (Sel) = ADF-ADL formülü ile, hemiselüloz içeriği ise (Hemi-Sel=) NDF-ADF formülü ile bulunur.

NDF (Neutral Detergent Fiber): hücre duvarının lifli karbonhidratlarını (selüloz ve hemiselüloz), lignin, ligninleşmiş ve sıcaklıkla zarar görmüş bir kısım proteinleri ve silisyum içerir. Bu fraksiyon, yemin özgül ağırlığı hakkında da fikir veren iyi bir göstergedir. Sindirim sisteminin hacimsel kapasitesi dikkate alındığında, NDF değeri ile hayvanın yem tüketimi (rumeni doldurma-mekanik doyum sağlama) hakkında da fikir sahibi olunabilir.

ADF (Acid Detergent Fiber): NDF içerisinden hemiselüloz çıkartılarak elde edilir. Bu nedenle bu fraksiyon, yemin sindirilebilirliğinin olumsuzluğu ve hayvanın sağlayacağı enerji alımı hakkında fikir veren iyi bir göstergedir.

ADL (Acid Detergent Lignin): Yemin gerçek selüloz olmayan odunsu madde olan lignin içeriğini verir.

Nitrojensiz Öz Maddeler: Yem içerisindeki N'siz öz maddeler nişasta ve şeker gibi kolay çözünebilir karbonhidratlardan oluşur. Şeker ve nişasta analizleri özel metotlarla ayrı ayrı saptanırken N'siz öz madde tayini için özel bir analiz yöntemi yoktur. Yemlerin besin madde yapısına ait şema incelenecek olursa söz konusu madde grubunun organik maddelerden ham protein, ham yağ ve ham selüloz değerlerinin çıkarılması ile elde edilir. Bir yeme ait N'siz öz madde miktarı aşağıdaki formülle bulunur;

N'siz Öz Madde= Kuru Madde - (Ham Protein + Ham Kül + Ham Yağ + Ham Selüloz)

Görüldüğü gibi bir yeme ait tüm besin madde analizleri yardımıyla N'siz öz madde değeri bulunmaktadır. Ancak diğer analizlerde yapılabilecek en küçük hata, o yeme ait N'siz öz madde değerini doğrudan etkileyecektir. Hem bu nedenle hem de bileşimine giren fraksiyonların (nişasta, şeker, inulin vb.) ayrı ayrı miktarları hakkında bilgi vermediği için kaba bir analiz olarak kabul edilir.

3.1.3. Yemlerin Sindirilebilirliklerine Göre Değerlendirilmesi

Yemlerin klasik **Weende** analiz yöntemleriyle kimyasal kompozisyonlarının belirlenmesi onların potansiyel değerlerinin ortaya konması bakımından önemlidir. Ancak yemlerde bulunan besin maddelerinin yayılgılığı ve kullanım etkinlikleri onların sindirilebilirliklerinin bulunmasıyla mümkündür. Yemlerin sindirilebilirlikleri üzerinden değerlerinin belirlenmesi daha çok içerdikleri organik maddeler veya organik maddeye ait bir komponent üzerinde yürütülür. Çünkü mineral maddelerin sindirilebilirliklerinin saptanması çok güç ve ayrıca yanıltıcı sonuçlar da verebilmektedir. Yemlerin sindirilebilirliklerinin tayininde farklı metotlardan yararlanılır. Klasik sindirim denemeleri olarak bilinen **in vivo** teknikler yanında hem laboratuvar hem de deney hayvanı gerektiren **in situ** teknik ve tamamen laboratuvar ortamında yürütülen **in vitro** teknikler yardımıyla da sindirilebilirlik çalışmaları yapılmaktadır. Klasik sindirim denemelerinde olduğu gibi, bu tekniklerle de yeme ait herhangi bir besin maddesinin sindirilebilirliği saptanabilir. Ancak

bu tekniklerle daha çok yem organik maddesine ait nişasta, protein vb. komponentlerden biri veya organik maddenin toplam sindirilebilirliği saptanır. In vitro teknikler yardımıyla yem organik maddesinin daha çok toplam sindirilebilirliği bulunmaya çalışılırken, *in situ* teknik yardımıyla ruminantların beslenmesinde kullanılan yemlerin kuru madde, organik madde veya organik maddeyi oluşturan protein, selüloz, nişasta vb. bireysel besin maddelerinin "rumende yıkılabilirlikleri" saptanır. Bu konudaki detaylı bilgi, "Yemlerin Protein İçeriklerinin Rumende Yıkılabilirliklerine Göre Değerlendirilmesi" başlığı altında verilecektir.

In vivo teknik

Kelime manası ile canlı materyal üzerinde demek olan bu teknikte, yemler doğrudan deney hayvanı üzerinde sindirilebilirlik testine tabi tutulur. Sindirim sisteminde hiçbir şekilde sindirilmeyen ve değişime uğramayan bir indikatör yardımıyla, yemdeki besin maddelerinin sindirilebilir kısmı bu besin maddelerinin yem ve gübredeki miktarları arasında saptanan fark üzerinden hesaplanır. Sindirilebilirlik denemelerinde sindirilebilirliği belirlenecek yem hayvanlara ölçülü miktarlarda verilir ve elde edilen dışkı toplanarak ölçülür. Buna "klasik sindirim denemesi" adı verilir.

$$\text{Sindirilebilirlik} = \frac{\text{Tüketilen besin maddesi} - \text{Dışkıdaki besin maddesi}}{\text{Tüketilen besin maddesi}}$$

Yemdeki besin maddelerinin gübre yolu ile dışarı atılmaları ne kadar fazla ise o besin maddesinin, dolayısıyla yemin değerlendirilmesi o kadar düşük demektir. Diğer bir ifade ile herhangi bir yemin değerliliği hayvan vücudunda kalan miktarı ile doğru orantılıdır. Organizmada ancak sindirilebilen, yani emilip kana geçebilen besin maddeleri üzerinden işleme girer ve onu vücuda eklenebilir veya diğer amaçlarla değerlendirilebilir şekle sokar. Bu amaçla kullanılacak madde ne kadar çoksa ondan yararlanma da o oranda yüksek olacaktır.

Öte yandan, yemler hayvan türüne bağlı olarak farklı düzeylerde sindirime uğrarlar. Bu açıdan en duyarlı hayvan kümes kanatlıları, en kolay sindirim yapan hayvanlar da ruminantlardır. Ruminantların bu üstünlüğü işkembelerinde bol miktarda bulunan mikroorganizmalardan kaynaklanır. Bu canlılar kendi yaşamlarını sürdürebilmek için yemlerin en kalın hücre çeperlerini dahi kolayca parçalayabilirler. Çeperleri parçalanmış hücrelerdeki besin maddelerinden ruminantların yararlanması da böylece kolaylaşmış olur.

in vitro Teknik

Yemlerin sindirilebilirliği, sindirim işlemlerinin taklit edildiği *in vitro* rumen sistemleri kullanılarak da hesaplanabilmektedir. *In vitro* sistemler daha doğru ve güvenilir olabilmektedir. Çünkü *in vivo* mikroorganizmalar ve enzimler, sindirim hızı ve düzeyini etkileyen belirlenemeyen faktörlere karşı daha hassastırlar. Kimyasal yöntemler daha hızlı ve daha iyi sonuçlar verirler. Buna karşın kimyasal yöntemler, rumen ortamında oluşan biyolojik sindirim süreçlerini yansıtmazlar. Herhangi bir *in vitro* rumen sisteminin başarısı, rumendeki olayları yansıtmaya derecesine bağlıdır.

Tilley-Terry Metodu: Bu metot ilk kez, Tilley ve Terry isimli araştırmacılar tarafından bulunmuştur. Bu metot, iki aşamadan ibaret olduğu için iki aşamalı *in vitro* metod (two-stage *in vitro* method) olarak da adlandırılmaktadır. Bu metotta, hayvandan alınan rumen sıvısı süzülür. Yem örneği, rumen sıvısı ve tampon çözeltiler kullanılarak anaerobik şartlarda fermente edilir. Fermentasyon işlemi 48 saat sürer. Bu süre sonunda fermentasyon işlemi durdurulur. Örnek, santrifüj edilerek alınır. Bu ilk aşamayı

oluşturmaktadır. Santrifüj işleminden sonra geriye kalan kalıntılar asit-pepsin ile 48 saat (pH=2) sindirime tabi tutulur. Bu ikinci aşama sonucunda yemin sindirilebilirliği saptanır. Bu metotla yapılan analizlerin uzun süre gerektirmesi, yapılması gereken işlemlerin fazlalığı dezavantajdır. Ayrıca bu metotla yapılan analiz, sindirim, rumenden alınan inokulumun sulandırılması, kullanılan tampon maddelerin tipi, örneklerin partikül büyüklüğü ve rumen sıvısı alınan hayvana verilen rasyon gibi faktörlerden etkilenmektedir.

Gaz Üretimi Yöntemi (Gas Production): Gaz üretimi tekniği yemlerin enerji değerlerinin veya sindirilebilirlik karakteristiklerinin belirlenmesinde kullanılan bir diğer *in vitro* metottur. Bu yöntem diğer *in vitro* tekniklere oranla kaba yemlerin enerji değeri ve *in vivo* sindirilebilirliği hakkında daha iyi tahminler yapılmasına olanak sağlamaktadır. Düşük maliyetli olması, kolay tekrarlanabilmesi gibi özellikleri nedeniyle kullanımı yaygınlaşmıştır. Fermentasyonla üretilen gaz, genellikle net mikrobiyel metabolizma ile ilgilidir. Bu nedenle sindirilebilirlik hesaplamalarında, üretilen gazın kullanılması mümkün olmaktadır. Üretilen gaz miktarlarının ölçülmesiyle yem maddelerinin sindirim hızı ve düzeyi belirlenebilmektedir. Bu yöntemde de süzölmüş rumen sıvısı kullanılmaktadır. Öğütülen yemler özel bir şırınga içerisine konur ve şırıngaya rumen sıvısı çekilir. Rumen sıvısının laboratuara getirilmesi ve şırıngaya çekilmesi işlemlerinde rumen sıvısının oksijenli ortamla temas etmemesinin sağlanması önemlidir. Şırıngaya rumen sıvısı çekildikten sonra şırınganın ağzı kauçukla kapatılır. İçerisine yem ve rumen sıvısı konan şırıngalar özel bir alete (rotor) yerleştirilerek inkübasyon süresince rotorun dönmesi sağlanır. Bu şekilde şırınga içerisindeki yem ve rumen sıvısı birbirine karıştırılmış olur. Şırınganın iç sıcaklığı su banyosu yardımıyla yaklaşık 39°C' de tutulmaya çalışılır. Sıcaklık düzeylerindeki değişimler mikrobiyel aktiviteyi olumsuz yönde etkilemektedir. İnkübasyon işlemi sonrasında, oluşan gaz miktarı şırınganın üzerindeki skaladan okunur ve elde edilen veriler, ilgili formüllerde yerine koyularak değerlendirilir. Gas üretim tekniği ile yapılan *in vitro* yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanı "Hohenheim *in vitro* Sindirilebilirlik Testi"dir.

Enzimatik Metotlar: Enzimatik metotlarda, protein veya karbonhidratların sindirilebilirlik tayinleri için çeşitli mikroorganizmalardan elde edilen proteazlar veya diğer enzimler kullanılmaktadır. Proteazları kullanılan mikroorganizmalar arasında *Bacterioides amylophilus*, *Streptomyces griseus* ve *Ficus globrata* sayılabilir. Bu mikroorganizmaların proteazları farklı özellikler taşımaktadır. *Streptomyces griseus* proteazı alkalik proteazlardır ve hem endopeptidaz, hem de ekzopeptidaz aktiviteye sahiptir. Ficin enzimi (*Ficus globrata* enzimi) ise endopeptidaz aktiviteye sahiptir. Karbonhidratların sindiriminde de yine aynı şekilde mikroorganizma enzimleri kullanılmaktadır. Enzimatik tekniklerde kullanılan enzim ve pH düzeyi sonuçları etkileyebilmektedir. Proteindeki yapı değişiklikleri pH'ya bağımlı olarak gerçekleşmektedir. Enzimatik tekniklerle yüksek nişasta içerikli örneklerin yıkılabilirliği tayin edilirken elde edilen sonuçlar, *in situ* sonuçlarla uyum içerisinde olmamaktadır. Bu durum düşük nişasta içerikli örneklerle çalışıldığında da gözlenmektedir. Bunun tahıllarda bulunan nişastanın, enzimlerin proteine etkilerini azaltmasından kaynaklanabileceği, bu nedenle nişasta içeriği %23 veya daha fazla olan yemler kullanıldığında α -amilaz enziminin kullanılması önerilmektedir.

***in situ* Teknik**

Bu teknikte, belli miktar yem, özel bir naylon kese (torba) içinde rumen ortamında belli süre ile inkübe edilir ve belli süre sonunda dışarıya alınır. Yani yemin üzerinde çalışılan fraksiyonunun rumende yıkılabilir veya yıkılamaz miktarı, yerinde belirlenir. Naylon kese tekniğinde kesenin gözenek büyüklüğü, örnek miktarının kese yüzey alanına oranı (mg/cm^2), yem örneklerinin partikül büyüklüğü, keselerin rumene yerleştirilme şekli,

araştırmada kullanılan hayvana verilen rasyon, kullanılan hayvan türü, yemleme sıklığı ve kese içerisinde inkübasyon sonrası geriye kalan kalıntılara bakterilerin tutunma düzeyi gibi faktörler, elde edilen yıkılabilirlik düzeylerine etkilemektedir. Kesenin gözenek boyutu yem partiküllerinin dışarı çıkışına izin vermezken, oluşan gazların ve sindirilen besin maddelerinin dışarı çıkışına izin vermektedir. Önerilen gözenek boyutları değişik araştırmacılar tarafından 20-60 µm olarak tavsiye etmektedir.

Naylon kese tekniğinde rumende yıkılabilirliği etkileyen diğer önemli bir konu, torbaya konan yem miktarıdır. Fazla örnek konması bekleme süresini (lag time) artırır. Yani yem konduktan sonra mikroorganizmaların ve onların enzimlerinin yem partiküllerini yıkmaya başlayıncaya kadar geçen süreyi uzatır ve yemin yıkım hızı ve yıkılabilirliği düşer. Bunun için önerilen örnek miktarı/kese yüzey alanı oranının 10-20 mg/cm² değerleri arasındadır.

Yem örneklerinin partikül büyüklüğü enzimlerin ve mikroorganizmaların etki alanını etkilediği gibi keseyi doğrudan terk eden yem partikülü miktarını da etkiler. Yem tipine ve çeşidine göre farklı partikül büyüklükleri önerilmektedir. Protein ve enerji ek yemler için 2 mm, bütün halindeki tahıl taneleri ve lifli yan ürünler için 5 mm, kuru otlar için (kuru madde içeriği %80>) 5 mm, %60-70 düzeyinde kuru madde içeren silajlar için 5 mm'lik partikül büyüklüklerini önerilmektedir.

Naylon kese tekniğinde yıkılabilirliğin belirlenmesinde inkübasyon sürelerinin iyi ayarlanması gerekir. Keselerin rumendeki inkübasyon süreleri yıkım eğrilerinin şekline bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle kesin süreler vermek zordur. Araştırmacılar birçok protein ek yemleri için keselerin 2, 6, 12, 24 ve 36 saat rumende inkübasyona bırakılmalarının yeterli olabileceğini ifade etmiştir. Kuru ot, saman ve diğer lifli materyaller için gereksinim duyulan süre biraz daha uzun olmaktadır. Bu tip yem materyallerinin 12, 24, 48 ve 72 saat inkübasyona bırakılmalarının uygun olduğunu bildirmektedir. Ayrıca mikrobiyel bulaşma da diğer bir hata kaynağını oluşturur. Bu nedenle inkübasyonda kontrol olarak, boş torbalarında inkübe edilmesi gerekir.

Tekniğin uygulanması uygun zaman aralıkları için naylon keseye konan örnekler, rumen sıvısı içine batacak şekilde kanül aracılığıyla rumene konarak yapılır. Örnekler topluca konup inkübasyon zamanları dolduğunda çıkarılabileceği gibi, aynı zamanda dışarı çıkarmayı sağlayacak planlama ile farklı zamanlarda konarak aynı zamanda dışarı da alınabilir. Bu iki uygulamadan uygun olanı, hepsinin aynı zamanda dışarı alınmasıdır. Dışarı alınan torbalar çamaşır makinasında belli bir süre yıkanır. Bunun için önerilen süreler 15-30 dk arasında değişmektedir. Ayrıca musluk suyunda torbaları sıkmadan berraklaşınca kadar yıkamayı öneren araştırmacılar da vardır. Torbalar yıkama sonunda 60°C'da 48 saat kurutulularak, naylon kese içinde kalan artıklarda kuru madde, organik madde, protein, selüloz vb. gibi besin madde kayıpları, analizle saptanır.

Naylon kese tekniği ile protein kaynağı için elde edilen yıkılabilirlik Orskow ve McDonald (1979) tarafından geliştirilen aşağıdaki eşitlik ile belirlenmektedir.

$$\text{Yıkılabilirlik} = \frac{\text{Başlangıç azotu} - \text{inkübasyon sonrası kalan azot}}{\text{Başlangıç azotu}}$$

Rumende besin maddelerinin yıkılabilirliği ile zaman arasında bir regresyon yapıldığında aşağıdaki ilişki belirlenmektedir.

Rumende besin maddelerinin yıkılabilirliği ile zaman arasında bir regresyon yapıldığında aşağıdaki ilişki belirlenmektedir.

$$P = a + b(1 - e^{-ct})$$

P: t süresinde meydana gelen yıkım oranı (%)

a: Kolayca yıkılabilen kısım. (%)

b: Potansiyel yıkılabilir kısım (%)

t: İnkübasyon süresi (saat)

c: b kısmının yıkım hızı (%/saat)

Yemlerin veya besin maddelerinin yıkılabilirlikleri, hayvanın türü, yemlerin partikül büyüklüğü ve çevre sıcaklığı gibi faktörlerle değişen rumenin **boşalma hızına (outflow rate; k parametresi)** bağlı olarak değişebilmektedir. Bu nedenle denemede kullanılan hayvan türüne ve yemlemeye bağlı olarak belli bir rumen boşalma hızı için yıkılabilirlik belirlenmektedir. Bu etkin yıkılabilirlik (effective degradability) olarak nitelenmekte ve aşağıdaki eşitlik ile saptanmaktadır.

$$P = a + bxc / c+k, \quad k; \text{ rumenin boşalma hızı}$$

Etkin yıkılabilirlik eşitliğinde **a** parametresi üzerinde durulan besin maddesine ait **kolayca yıkılabilir fraksiyon (KYF)** dur.

Üzerine durulan besin maddesine ait **Rumende Yavaş Yıkılabilir Fraksiyon (YYF)** ise şu eşitlikle saptanabilir. $YYF = bxc/(c+k)$

Rumenin boşalma hızı (%/saat) hayvanın besleme düzeyine göre önemli düzeyde değişir. Burada kolayca yıkılabilir kabul edilen a parametresi, sıfır zamanda yıkama ile oluşan kaybı ifade etmektedir. Yani çözünebilir proteinlere karşılık gelen bir değerdir. Bu yaklaşım çözünebilirlik ile yıkılabilirliği eş anlamlı hale getirmektedir. Daha önceki bölümlerde de tartışıldığı gibi çözünebilir bir kısım proteinler, rumeni yıkılmadan terk edebilirler. Bu durum tekniğin hata kaynaklarından biridir.

ARC (1984) rumenin boşalma hızının (k), yaşam payında beslenen hayvanlarda 0.02/h, yaşama payının 2 katından az düzeyde beslenen buzağılarda, 15 kg dan az süt veren ineklerde, koyunlarda ve et sığırlarında, 0.05/h ve yaşama payının 2 katından fazla düzeyde beslenen hayvanlarda 0.08 olarak alınmasının uygun olacağını bildirmektedir.

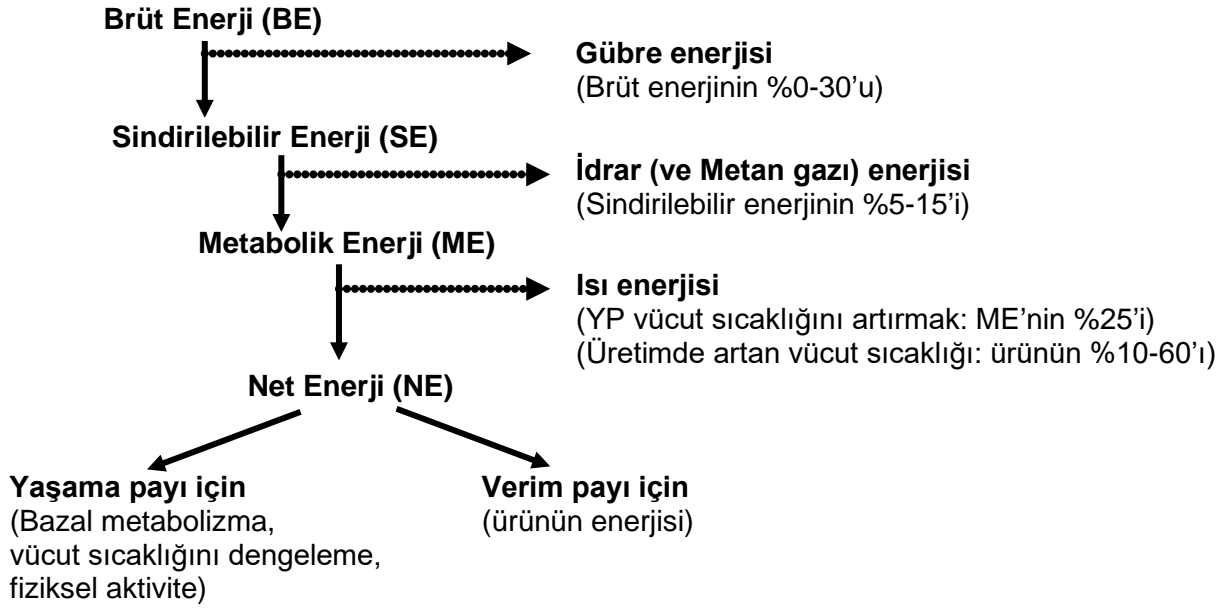
Bunu bir örnekle ifade edersek;

a: 0.30, b: 0.70, c:0.02 ise, $P = 0.3 + 0.7 \times 0.02 / (0.02 + 0.05) = 0.50$ olarak o besin maddesine ait etkin yıkılabilirlik saptanmış olur. Üzerinde durulan besin maddesinin protein olduğunu varsayarsak; rasyonun protein içeriği ile bu proteine ait etkin yıkılabilirlik değerini çarptığımızda; rumen mikroorganizmalarının kullanabileceği ham protein miktarını bulmamız mümkündür. Yukarıda verilen kolayca yıkılabilir kısımlar ve yavaş yıkılabilir kısımlar belirlenerek yemin ham protein içeriğindeki bu kısımlar oransal olarak bulunur.

3.1.4. Yemlerin Enerji İçeriklerine Göre Değerlendirilmesi

Yemlerin enerji değerleri belirlenirken kullanılan temel birimler kalori (**cal**) veya Joule (**J**) dür. **1 cal**: 1 gr suyun sıcaklığını 14.5 °C den 15.5 °C a çıkarmak için gerekli olan enerjiyi ifade eder. **1 cal**: 4.184 joule'dür Yemlerdeki enerji değerlerinin belirlenmesinde etkili olan faktör hayvan tarafından mevcut enerjinin kullanılabilirliğidir. Bu olaylar sırasında çeşitli kademelerde enerji kayıpları da meydana gelir. Sindirim denemeleri yardımıyla saptanan enerji çevirimi ve ara basamaklardaki kayıplar aşağıdaki gibi şematize edilebilir.

İnsanların tükettikleri besinlerde 1 kalori olarak tanımlanan gerçekte 1 kcal dir. Bu bakımdan insan ve hayvan yemleri enerji değerleri karşılaştırılırken bu ayırma dikkat edilmelidir.



Yemleri enerji içeriklerine göre değerlendirirken; enerjinin tüm bu şekillerini göz önüne almak gerekir. Bunlardan her birinin hesaplanması veya bulunması için ayrı ayrı teknikler uygulanır. Bu nedenle ortaya çıkacak hatalara bağlı olarak her yem için farklı değerlendirmeler yapmak söz konusu olabilmektedir. Yemler için brüt enerjini başlangıç noktası olabileceği, yapılacak bir değerlendirmede bu tür enerjini esas alınması gerektiği savunulabilir. Fakat asıl amaç yemin hayvandaki verime dönüşen enerji gücünü saptamak olduğuna göre, bu durumda net enerjinin ele alınması daha akla yakın gelmektedir. Ancak hayvan türüne göre yemlerin sindirilebilirliğinin değişmesi ve bunun da yemin enerji değerini etkilemesi, her bir yem için her bir hayvan türünde geçerli net enerjini hesaplanması gerekliliğini doğurmaktadır. Çok pahalı ve zor olan net enerji sistemi, günümüzde sadece bazı ülkelerde ruminant hayvanlar için kullanılmaktadır. Ülkemizde ruminant ve kümes hayvanlar için kullanılan sistem metabolik enerji (ME) sistemidir. Ancak kanatlıların beslenmesinde net enerji sistemine geçiş yönünde uluslararası çalışmalar devam etmektedir.

Brüt (Toplam) Enerji (BE)

Bir gram yem maddesinin tamamen yanmasıyla açığa çıkan ısı enerjisi varlığıdır. Yani, yemin kalorimetrede belirlenen yanma ısısının değerini ifade eder. Yemde mevcut enerjinin hayvan için kullanışlı olup olmadığı hakkında bilgi vermez. O nedenle de genelde kullanılmaz. Brüt olarak, yağlar enerji içerikleri bakımından karbonhidratlar ve proteinlerden daha fazla enerji içerirler. Proteinler de karbonhidratlardan daha fazla enerji içerirler. Yüksek enerji içeriği bakımından gözlenen farklılıklar bu maddelerin içerdikleri karbon ve hidrojen sayılarının oksijen sayılarına oranlarından kaynaklanmaktadır. Karbon ve hidrojen sayısının oksijen sayısına oranı büyük olan bileşiklerin enerji içerikleri de yüksek olmaktadır. Ruminantların beslenmesinde kullanılan yemlerde 1 kg kuru maddede ortalama 18.5 MJ brüt enerji bulunduğu (4.4 Mcal/kg) kabul edilmektedir.

Nehrin ve Haenlein (1973): yemlerdeki brüt enerjinin hesaplanması için aşağıdaki formülü önermişlerdir.

$$BE(kcal/100gr)=5.72(HP, \%) + 9.5 (HY, \%) + 4.79 (HS, \%) + 4.03 (\text{azotsuz öz madde,} \%)$$

Sindirilebilir Enerji (SE)

Bir yem maddesinin içerdiği toplam (brüt) enerjinin bir miktarı gübreye dışarı atılmaktadır. Dışarı atılan bu bölümün toplam enerjiden çıkarılmasıyla kalan bölüme sindirilebilir enerji varlığı denir. Sindirilebilir enerjiye yakın ve fazla bir avantajı olmayan diğer bir yaklaşım da toplam sindirilebilir besin maddeleridir (TDN). Sindirilebilir enerji ve TDN birbirlerine avantajları olmayan yaklaşımlardır. Ancak SE de brüt enerji de olduğu gibi hayvan için yararlı enerji hakkında bilgi vermez. Sindirim ve metabolizma sırasında bir kısım enerji kaybedilir.

TDN (Total Digestible Nutrient, Top. Sin. Besin Maddesi): Yemin yapısında bulunan sindirilebilir besin maddelerinin toplamını ifade eder; ancak yağın kat sayısı 1 yerine 2.5 olarak alınmaktadır.

$$TDN=SHP + SHS + SAÖM + 2.25 SHY$$

(SHP: sindirilebilir ham protein, SHS: sindirilebilir ham selüloz, SAÖM: sindirilebilir azotsuz öz maddeler, SHY: sindirilebilir ham yağ).

Bir yemin TDN değeri, besin maddeleri % olarak formülde yazılarak % olarak saptanır. TDN değerinin hesaplanmasında yağlar için 2.25 kat sayısının kullanılması yağların karbonhidrat ve proteinlerden daha fazla enerji içermesinden kaynaklanmaktadır. TDN sindirilebilir enerjiye dönüştürülebilir. Bu amaçla aşağıdaki eşitlikler kullanılabilir.

$$1 \text{ kg TDN} = 4.4 \text{ Mcal SE (Ruminant)}$$

SE, belirleme bakımından avantajlıdır. Fakat yine yemlerin sindirimi ve metabolizması sırasındaki bir kısım kayıpları dikkate almadığı için yetersiz kalır.

Sindirilebilir enerjinin yemleme sistemi bazındaki en büyük olumsuzluğu yüksek selülozlu yem materyallerinin enerji değerlerini, yüksek yıkılabilirliğe sahip olan tane yemlere oranla daha yüksek tahmin etmesidir. Bu pratik koşullarda mümkün değildir ve aslında doğru da değildir.

Metabolik (Metabolizabl-Çevrilebilir) Enerji (ME)

Sindirilebilen enerji içindeki bir miktar enerjide gerek idrar ve gerekse Metan gazı ile dışarı atılmaktadır. Kayıp olan bu miktarın sindirilebilir enerjiden çıkarılmasıyla geriye kalan enerjiye metabolik (metabolizabl = çevrilebilir) enerji adı verilir.

Ülkemizde kanatlı ve ruminantların beslenmesinde kullanılan yemlerin enerji açısından değerlendirilmesinde kullanılan resmi sistemi budur. ME'de SE'de olduğu gibi yemleme sistemleri bazında görülen eksikliklerin çoğuna sahiptir. Çünkü idrar ve metan gazı enerji kayıpları, SE'den kısmen tahmin edilebilir ve bu kayıplar SE ile büyük bir korelasyon içerisindedirler.

NRC (1989), idrar ve metan gazı ile kaybedilen miktarı %18 olarak alırken, ARC (1984) bu kayıpları %19 olarak almaktadır. Bundan hareketle ME düzeyi 0.82 (veya 0.81) X SE eşitliği ile hesaplanabilmektedir. Kanatlı ve diğer tek midelilerde metan üretimi

olmadığından metabolize edilebilirlik, sindirilebilir enerji (SE)'nin %96'sı olarak kabul edilmektedir. Buna göre;

$$1 \text{ kg TDN} = 4.4 \text{ Mcal SE} = 4.4 \times 0.81 = 3.56 \text{ Mcal ME (Ruminant)}$$

$$1 \text{ kg TDN} = 4.4 \text{ Mcal SE} = 4.4 \times 0.96 = 4.22 \text{ Mcal ME (Kanatlı)}$$

Öte yandan, TDN ve SE sistemi besin maddelerinin kullanım etkinlikleri konusunda bilgi vermez. SE'ye bağımlı olarak hesaplanan ME'de enerjinin üretim için kullanım etkinliklerini göz önünde bulundurmadığı için bazı eksiklikler taşır.

Metabolik Enerjinin Kullanım Etkinliği

Metabolik enerjinin organizmada ne düzeyde kullanıldığı ve net enerjiye (yaşamın devamı ve/veya hayvan vücudunda biriken ürünün veya verim olarak dışarıya atılan ürünün enerjisi) ne oranda dönüştüğün belirlenebilmesi için hayvan vücudunda üretilen ısı ve hayvan vücudunda depo edilen veya dışarıya atılan ürünün enerji içeriğinin bilinmesi gerekir. Isı enerjisi olarak organizmayı terk eden enerjinin ölçüm yöntemleri, "Isı Enerjisi", net enerji olarak kullanılan yaşam için gerekli enerji ve/veya ürün enerjisinin ölçüm yöntemleri ise, "Net Enerji" kapsamında anlatılacaktır.

Öte yandan, metabolik enerjinin kullanım etkinliği, yaşama payı ve verim payı gereksinmelerine göre de değişir. Hayvanlar tarafından tüketilen metabolik enerjinin ve metabolik enerjinin yaşama ve verim için kullanım etkinlikleri bilinir ise organizmadaki enerji birikimi ve ısı üretimi saptanabilir. Örneğin 10 MJ enerji alan bir hayvanın vücudunda 7 MJ enerji birikimi olmuş ise metabolik enerjinin kullanım etkinliği $7/10=0.70$ tir veya tersinden ısı artışı $3/10=0.30$ olarak saptanabilir. Hayvan enerji almıyor ise enerji dengesi negatiftir. Enerji alımı arttıkça hayvan vücudunda enerji biriktirmeye başlar. Enerji birikiminin sıfır olduğu noktadaki enerji alımı hayvanın yaşaması için gerekli enerji miktarıdır. Bunun üzerinde enerji alımı, canlı ağırlık kazancı, süt verimi, yapağı verimi ve iş verimi olarak kendini gösterir. Ancak metabolik enerjinin bu verim türleri için kullanım etkinlikleri farklıdır.

Metabolik enerjinin kullanım etkinliği k ile nitelenmekte ve kullanılış yönüne göre indis almaktadır.

$k=NE/ME$ şeklinde formülüne edilmektedir. ME'nin kullanım yönüne göre k faktörleri aşağıda verilmiştir.

k faktörü (uluslararası notasyon)	ME kullanım etkinliğinin yönü
$k_{yp} (k_m)$	yaşama payı için kullanım etkinliği
$k_p (k_p)$	protein birikimi için kullanım etkinliği
$k_y (k_f)$	yağ birikimi için kullanım etkinliği
$k_{cak} (k_g)$	canlı ağırlık kazancı için kullanım etkinliği
$k_{sv} (k_i)$	süt verimi için kullanım etkinliği
$k_{gb} (k_c)$	fötüs gelişimi için kullanım etkinliği
$k_{i\text{ş}} (k_w)$	iş için kullanım etkinliği
$k_{yapağı} (k_{wool})$	yapağı üretimi için kullanım etkinliği

Metabolik enerjinin kullanım etkinliği, rasyonun dengesine, kullanım yönüne, yemlerin biriktelik etkisine, çevre faktörlerine bağlı olarak da değişebilmektedir. Metabolik enerjinin kullanım etkinliği rasyonun metabolize edilebilirliğine ($q=ME/BE$) bağlı olarak tahmin edilebilmektedir. Bunlara ilişkin değerlendirmeler kısmen önceki bölümlerde yapılmıştır.

Yaşama payı metabolik enerji kullanım etkinliği değişik araştırmacılarca 0.60-70 arasında ifade edilmektedir. Laktasyon için kullanım etkinliği MAFF (1984)'e göre 0.62 olarak ifade edilmektedir. Vücut dokularından elde edilen metabolik enerjinin kullanım etkinliği 0.80-0.85 olarak tanımlanmaktadır. Yağ birikimi için metabolik enerjinin kullanım etkinliği 0.70'lerde ifade edilirken, protein birikimi için kullanım etkinliği 0.3-0.35 arasında ifade edilmektedir.

Metabolik Enerjinin Saptanması

Yemlerin ME İçeriklerinin saptanmasında, yemlere ait ham besin madde analiz sonuçları veya sindirilebilir besin madde analiz sonuçları kullanılır.

Kaba yemlerin sadece ruminantlar tarafından; ancak belli düzeylerde sindirilebilmesi nedeniyle, bu yemlerin ME enerji içerikleri, sadece ruminantlar için geçerlidir. Yoğun yemlerin metabolik enerji içerikleri öncelikle sindirim sistemi farklılığından dolayı hayvan çeşidine bağlı olarak değişir. Aynı yemin farklı hayvanlardaki ME değeri farklıdır. Ruminant hayvanlarda ME hesaplanmasında metan gazı ile kaybolan enerji dikkate alınırken, ruminant olmayan hayvanlarda metan üretimi dikkate alınmayabilir. Bu durumda aynı yemin tek mideliler için metabolik enerji değeri ruminantlarından daha yüksektir. Bu nedenle bir yeme ait ME içeriği hesaplanırken hayvanların sindirim sistemi ve fizyolojisindeki farklılıkların dikkate alınması gerekir.

Ruminant Hayvanlar

Ruminantlar için ham besin madde içeriklerinden veya sindirilebilir besin madde içeriklerinden farklı regrasyon eşitlikleri ile yemlerin ME içeriklerinin belirlenmesi mümkündür. Ham besin madde analiz sonuçlarına göre yoğun yemlerin ME içerikleri saptanırken, sindirilebilir besin madde içeriklerine göre de kaba yemlerin ME değerleri hesaplanabilir.

Yoğun yemler için ham besin maddelerinden ME hesaplama (Alderman, 1985);

$$ME \text{ (Mcal/kg)} = (11.78 + 0.0654 \text{ HP} + 0.0665 \text{ HY}^2 - 0.0414 \text{ HY} \cdot \text{HS} - 0.118 \text{ HK}) / 4.184$$

HP, ham protein, %

HY, ham yağ, %

HS, ham selüloz, %

HK, ham kül, %

Kaba yemler için sindirilebilir besin maddelerinden ME hesaplama (Blaxter, 1965);

$$ME \text{ (Mcal/kg)} = (15.20 \text{ SHP} + 34.20 \text{ SHY} + 12.8 \text{ SHS} + 15.95 \text{ SNÖM}) / 4.184$$

SHP, sindirilebilir ham protein, %

SHY, sindirilebilir ham yağ, %

SHS, sindirilebilir ham selüloz, %

SNÖM, sindirilebilir N'siz Öz Madde, %

Öte yandan, bir yemin metabolik enerji düzeyi onun amino asitlerinin protein sentezinde mi yoksa enerji sentezinde mi kullanıldığına göre de değişir. Eğer enerji amacıyla kullanılıyorsa deaminasyon ve idrarla önemli bir miktar azot ve karbon kaybı söz konusu olmaktadır. Üre formunda 1 g azot boşaltımının maliyeti ortalama olarak 23 kJ brüt enerjiye eşdeğerdir. Aynı durum ürik asit azotu için 28 kJ dır.

Yemlerin öğütülmesi ve peletlenmesi dışkıda atılan enerji miktarını artırır. Ancak bu arada metanla kaybedilen enerji miktarı düşer ve dışkı da gerçekleşen kayıp kısmen telafi edilir. Yemleme düzeyine bağlı olarak yemin sindirilebilirliği ve metabolik enerji

değeri değişebilmektedir. Yemleme düzeyinin artışına bağlı olarak dışkıyla enerji atılışı artarken, metan ve idrarla enerji kaybı azalmaktadır. Ancak çok ince öğütülmüş kaba yemlerde ve kaba ve kesif yemin karıştırıldığı durumlarda yemleme düzeyinin artırılması, yemin metabolik enerji değerini düşürür.

Tek Mideli (Kanatlı) Hayvanlar

Kanatlıların beslenmesinde kullanılan yoğun yemlerin ME veya AME (apparent metabolizable enerji) tayinleri için geliştirilmiş çok değişik eşitlikler vardır. Son yıllarda kanatlı hayvanlar için ME veya diğer bir ifade ile AME yerine TME (True-gerçek-metabolizable enerji) değeri kullanımı tavsiye edilmektedir. TME'nin (A)ME'den farkı, gübrede yer aldığı halde direk yem kaynaklı olmayan endogen idrar ve metabolik gübre enerjisinin gübre ile atılan toplam enerjiden çıkarılmasıdır. Ancak günümüzde halen yaygın olarak kullanılan değerler ME veya AME değerleridir. Yaygın olarak kullanılan 3 farklı eşitlik vardır. Birinci ve ikinci eşitlikler, yem maddelerinin ME değerinin tahmininde kullanılırken, 2. eşitlik genç kanatlılar için hazırlanan toplam (karma) yemin AME değerinin tahmininde, 3. Ve 4. eşitlikler ise sırasıyla genç ve ergin kanatlılar için hazırlanan toplam (karma) yemin AME değerinin tahmininde kullanılmaktadır. 5. Eşitlik ise ülkemizde TSE tarafından kanatlılar için belirlenen standart ME hesaplama formülüdür.

1. Eşitlik (Yem maddeleri için ME değeri); Carpenter and Clegs, 1956)

$$ME \text{ (kcal/kg)} = (38 \times (1 \text{ HP} + 2.25 \text{ HY} + 1.1 \text{ Nişasta} + 1.05 \text{ Şeker})) + 53$$

2. Eşitlik (Yem maddeleri için ME değeri, Hartel, 1977);

$$ME = 4.38 \text{ SHP \%} + 9.26 \text{ SHY \%} + 4.12 \text{ SNÖM \%}$$

$$ME = 4.39 \text{ SHP \%} + 9.25 \text{ SHY \%} + 4.15 \text{ SN \%} + 3.75 \text{ SŞ \%} + 4.86 \text{ SAÖM (-NŞ) \%}$$

SHP; sindirilebilir ham protein

SHY; sindirilebilir ham yağ

SN; sindirilebilir nişasta

SŞ; sindirilebilir şeker

SAÖM; sindirilebilir azotsuz öz madde

SAÖM(-NŞ); nişasta ve şeker dışındaki sindirilebilir azotsuz öz madde

3. Eşitlik (Genç kanatlılar için hazırlanan karma yemde AME değeri, Avrupa Topluluğu, Larbier and Leclercq, 1994);

$$ME \text{ (kcal/kg)} = (35.2 \text{ HP \%}) + (78.5 \text{ HY \%}) + (41 \text{ Nişasta \%}) + (35.5 \text{ Şeker \%})$$

4. Eşitlik (Ergin kanatlılar için hazırlanan karma yemde ME değeri, Avrupa Topluluğu, Larbier and Leclercq, 1994);

$$AME \text{ (kcal/kg)} = (36.9 \text{ HP \%}) + (81.8 \text{ HY \%}) + (39.9 \text{ Nişasta \%}) + (31.1 \text{ Şeker \%})$$

5. Eşitlik (Kanatlılar için hazırlanan karma yemde ME değeri, TSE, 1994)

$$ME \text{ (kcal/kg)} = 37,07\% \text{ HPro} + 82\% \text{ HYağ} + 39,89\% \text{ Nişasta} + 31,1\% \text{ Şeker}$$

Isı Enerjisi

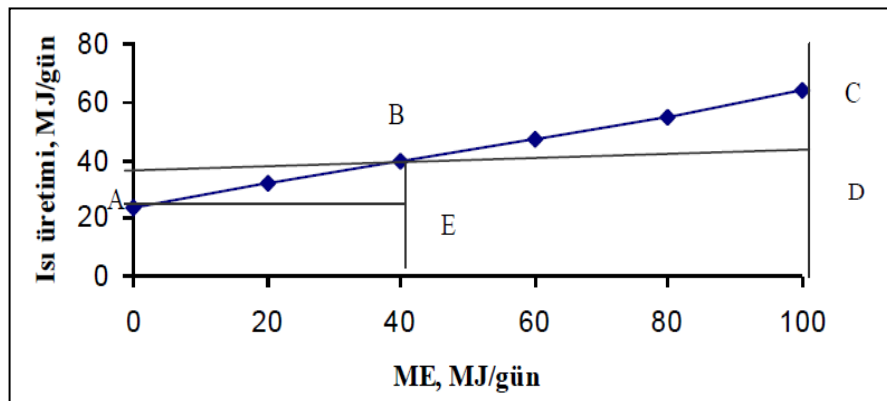
Organizmadaki metabolik faaliyetler sonucu açığa çıkan enerjidir. Bu enerji, vücut sıcaklığın artmasına neden olur veya vücut sıcaklığının sabit tutulması için harcanır. Dokularda besin maddelerini metabolize olması aşmasında ortaya çıktığı gibi, ruminantlarda rumendeki fermentasyon olayları sırasında da ortaya çıkar. Ruminantlarda sindirilebilir enerjini %6-10'nu ısı enerjisi olarak açığa çıkar. Hayvan, soğuk stresi altında ise vücut sıcaklığını dengelenmesi için harcanır. Normal koşullarda veya yüksek sıcaklıklarda ise bu enerji vücuttan dışarıya saçılır ve kayıp enerji olarak organizmayı terk eder. Ayrıca, organizmayı ısı biçiminde terk eden başka bir enerji de çiğneme olayları ve besin maddelerinin taşınması sonucu ortaya çıkan kayıp enerjilerdir.

Isı Enerjisinin Saptanması

Yemlerin metabolize olmaları aşamasında organizmada üretilen ısı enerjisi miktarı doğrudan fiziksel olarak ölçülebilir. Bunun için **hayvan kalorimetresine** gereksinim vardır. Bu şekilde ölçüm yapılması **doğrudan kalorimetrik yöntem** olarak bilinir. Ayrıca **solunum odaları** vasıtasıyla da yemlerin ısı üretimi belirlenebilir. Solunum odaları kullanılarak ısı üretiminin belirlenmesine **dolaylı kalorimetrik yöntem** de denmektedir.

Doğrudan Kalorimetrik Yöntem: Hayvanlar vücutlarında ürettikleri ısıyı ancak çok kısa süre tutabilirler. Bu nedenle 24 saatten uzun bir sürede yapılacak bir ölçümle belirlenen ısı üretimi hayvanın ürettiği ısıya eşittir. Hayvanlar vücutlarında ürettikleri ısıyı özellikle vücut yüzeylerinden radyasyon, kondüksiyon ve konveksiyon yoluyla ve suyun evaporasyonu yoluyla deriden ve akciğerlerden kaybederler. Hayvan kalorimetresi temel olarak hava girişi olmayan tamamen izole edilmiş bir odadır. Evaporasyonla meydana gelen ısı kaybı içeriye verilen havanın nemi ile dışarı alınan havanın nemi aracılığı ile hesaplanabilir. İçerdeki radyasyon, konveksiyon ve kondüksiyon yoluyla gerçekleşen ısı üretimi ise, odanın duvarlarında dolaştırılan suyun giriş ve çıkış sıcaklıkları vasıtasıyla saptanmaktadır.

Isı artırımını belirlenmek istenen yem, iki yemleme düzeyinde test edilmelidir. Zira bazal metabolizmadan kaynaklanan ısı üretimi de söz konusudur. Bazal metabolizmanın üzerindeki yem alımı ısı üretiminin artmasına neden olmaktadır. Üretilen ısı miktarındaki artış, ekstra olarak verilen yemin ısı üretimi olarak dikkate alınır (Şekil .3.1).



Şekil 3.1. Yemlerin ısı artırım değerinin ölçülmesinde fark yöntemi (A bazal metabolizma, B ve C; 40 ve 100 MJ ME tüketiminde ısı üretimleri).

Şekil 3.1.'de verilen yemin 40 ve 100 MJ enerji alımı koşullarında ısı artış farkı CD, 24 MJ ise oransal ısı üretim değeri CD/BD yani 0.40 tır. Bazal metabolizmayı baz alarak ta oransal ısı üretimini belirlemek mümkündür. BE, 16 MJ ve oransal ısı üretimi, BE/AE, 16/40=0.40 tır.

Eğer tek bir yemin ısı üretiminin belirlenmesi söz konusu ise ve o yemin tek başına kullanılması mümkün değil ise o zaman bir bazal rasyon kullanılmaktadır. Bazal rasyonun üzerindeki ısı artışı hesaplamada dikkate alınmaktadır. Hayvan kalorimetresinin kurulması ve kullanılması zordur. Bu nedenle son zamanlarda daha çok dolaylı kalorimetrik yöntem kullanılmaktadır.

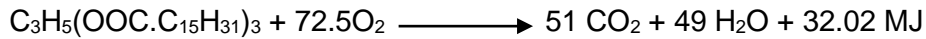
Solunum Odası (Dolaylı Kalorimetrik Yöntem): Bu yöntemde, ortamdaki gaz değişimi esas alınır. Solunum odaları, modern analiz araçlarıyla ve sensörlerle donatılmıştır. Gaz değişiminin belirlendiği bu odalar, tamamen kapalı tipte olabildiği gibi açık tipte de olabilmektedir. Kapalı tipte bir hava girişi ve üretilen gazları absorbe eden sistemler kullanılmaktadır. Oksijen, odanın girişinde bir sayaçla içeriye verilmektedir. Deneme sonunda (24 saat) oluşan karbondioksit, su buharı ve metan miktarı değişik metotlarla belirlenmektedir. Bu arada idra^F örnekleri de toplanarak idrar azotu saptanmaktadır. Tamamen kapalı sisteme alternatif olarak açık tip solunum odaları da kullanılmaktadır. Bu sistemde odaya girişte ve çıkışta, dikkate alınacak gazların ölçümü yapılarak karbondioksit ve metan üretimi ile oksijen kullanımı hesaplanmaktadır.

Vücutta okside edilen karbonhidrat yağ ve proteinler ısıya dönüştürülebilir.

Glukoz gibi karbonhidratların oksidasyonunun genel reaksiyonu;



Yağların (tripalmitin) oksidasyonunun genel reaksiyonu;



Normal sıcaklık ve basınç koşullarında 1 mol O₂ 22.4 L hacim işgal eder. Bu nedenle 1 L oksijenin kullanılmasıyla; 2820/(6x22.4)=20.98 kJ ısı üretilir. Karbonhidrat karışımları için ortalama değer 21.12 kJ/L olarak kabul edilir. Yağ karışımları için L oksijen kullanımı başına üretilen ısı miktarı 19.61kJ olarak alınmaktadır.

Hayvanlar normal olarak sadece karbonhidratlara, yağlara ve proteinlere has ayrı ayrı enerji elde etmezler. Oksijeni bu besin maddelerinin karışımını oksitlemek amacıyla kullanırlar. Eğer oksijen tüketiminden ısı üretimini belirlemek istiyorsak ayrı ayrı besin maddeleri için gereksinim duyulan oksijen miktarını bilmek gerekmektedir. Bu amaçla besin maddelerinin **solunum kat sayılarından (SK)** yararlanılmaktadır. Solunum katsayısı hayvan tarafından üretilen karbondioksitin, kullanılan oksijen miktarına oranıyla saptanmaktadır. Karbonhidratların SK'sı 6CO₂/6O₂=1, yağlarınkı 51CO₂/72.5O₂=0.70 tır. Eğer bir hayvanın SK bilirse okside edilen besin maddeleri oranını da standart tablolardan temin etmek mümkündür. Örneğin SK 0.9 ise bu durumda okside edilen karışımın %67.5'unun karbonhidrat, %32.5'unun yağ dan oluştuğu ve oksijenin ısı eşdeğerinin 20.60kJ/L olduğu hesaplanabilir. Çizelge 3.1'de buna ilişkin değerler verilmiştir.

Okside edilen karışımlar proteinleri de içerir. Katabolize edilen protein miktarı idrarda boşaltılan azottan tayin edilebilir. 1 gr protein için yaklaşık 0.16 gram azot idrar

yoluyla boşaltılır. Proteinlerin yanma ısıları amino asit oranlarına göre değişmekle birlikte ortalama 22.2KJ/g olarak alınmaktadır. Ancak organizmada azotun tamamı okside edilememektedir. Bu nedenle hayvan organizmasında protein oksidasyonu ile üretilen ısı miktarı; 1 g protein için 18.0 kJ olarak kabul edilir. 1 g protein oksidasyonu için 0.77L CO₂ üretilir ve 0.96 L O₂ kullanılır. Buradan, protein için SK 0.80 olarak saptanabilir.

Çizelge 3.1. Solunum kat sayısı ve üretilen ısının kaynağı arasındaki ilişki ve üretilen ısı miktarları.

Solunum Katsayısı	Üretilen ısının kaynağı ve oranı, %		1 L O ₂ ile üretilen ısı (kJ)
	Karbonhidrat	Yağ	
0.70	0.00	100.00	4.686
0.71	1.10	98.90	4.690
0.72	4.76	95.24	4.702
0.73	8.40	91.60	4.714
0.74	12.00	88.00	4.727
0.75	16.50	83.50	4.739
0.76	19.20	80.80	4.751
0.77	22.80	77.20	4.764
0.78	26.30	73.70	4.776
0.79	29.90	70.10	4.788
0.80	33.40	66.60	4.801
0.81	36.90	63.10	4.813
0.82	40.30	59.70	4.825
0.83	43.80	56.20	4.838
0.84	47.20	52.80	4.850
0.85	50.70	49.30	4.862
0.86	54.10	45.90	4.875
0.87	57.50	42.50	4.888
0.88	60.80	39.20	4.899
0.89	64.20	35.80	4.911
0.90	67.50	32.50	4.924
0.91	70.80	29.20	4.936
0.92	74.10	25.90	4.948
0.93	77.40	22.60	4.961
0.94	80.70	19.30	4.973
0.95	84.00	16.00	4.985
0.96	87.20	12.80	4.998
0.97	90.40	9.60	5.010
0.98	93.60	6.40	5.022
0.99	96.80	3.20	5.035
1.00	100.00	0.00	5.047

Vücutta ısı sadece katabolizma sırasında değil aynı zamanda sentez olayları sırasında da oluşur. Bu oluşum sırasında da tamamen oksitlenmenin gerçekleştiği koşullara benzer bir gaz değişim ilişkisi vardır. Ancak karbonhidrat ve yağların tam oksitlenmediği durumlarda ısı üretimi bozulur. Bu daha çok ketozis gibi metabolik problemlerin olduğu durumlarda gözlenir. Yağ asitleri tam olarak karbondioksit ve suya oksitlenemez ve keton ve keton benzeri maddeler olarak vücuttan bir miktar karbon ve hidrojen uzaklaştırılır. Ayrıca ruminantlarda normal koşullarda karbonhidratların tam oksidasyonu da gerçekleşmez ve karbonhidrat metabolizmasının son ürünü olarak bir kısım enerji metan olarak kaybedilir. Ruminantlarda ısı üretiminin ölçümünde üretilen 1 L metan için 2.42 kJ enerji düzeltilmesi yapılır. Ruminantlar için ısı üretimi (IÜ) bütün parametreleri içeren bir eşitlik olarak aşağıdaki Brouwer eşitliği ile saptanabilir.

$$I\ddot{U}(kJ)=16.18 V_{O_2} +5.16V_{CO_2} - 5.90 N -2.42 CH_4$$

Net Enerji (NE)

Metabolik enerji ile ısı enerjisinin farkıdır. Net enerji, organizmanın yaşamını devam ettirmesi, ürün (et, süt, yumurta) verebilmesi ve mekanik iş için kullandığı enerjidir. Hayvanın türü ve verim yönüne göre her bir yem maddesinin net enerji varlık düzeyi değişim gösterir. Net enerji, klasik olarak hayvansal ürünlerde biriktirilen enerjinin net miktarıdır. Tutulan enerji eğer hayvan yaşama payının altında beslenirse negatif olur. Yani hayvan ürün vermek için gereksinim duyduğu enerjinin bir kısmını deposundan karşılıyor demektir. Net enerji sistemi besin maddelerinin sindirim sistemi ve dokular düzeyinde kullanım etkinliklerini de dikkate almaya çalışan bir sistemdir. Net enerjinin yemlerin değerlendirilmesinde kullanılması oldukça karmaşıktır. Zira yemlerde hayvanlar için mevcut bulunan ME'nin kullanım etkinliği, hayvanın fizyolojik durumuna (yaşama, büyüme, laktasyon, gebelik) ve rasyonun doğasına bağlı olarak değişkenlik gösterir.

Mevcut net enerji sisteminde bu problemler yemler için iki net enerji değeri saptanarak kısmen aşılmaya çalışılmıştır (NEyaşama payı, NEverim payı şeklinde). Ayrıca bu sistemde hayvanın besin madde gereksinimleri de NEyaşama payı, NEverim payı şeklinde bulunmuştur. Buradaki verim indisi (NEverim) canlı ağırlık kazancı, laktasyon, gebelik veya yapağı üretimini tanımlamaktadır.

Net Enerjinin Saptanması

Metabolik enerjiden, metabolizma olayları sırasında açığa çıkan ısı enerjisinin çıkarılması ile ortaya çıkan enerji olan, net enerjinin hesaplanmasında, ısı enerjisinin saptanmasında olduğu gibi solunum odaları kullanılarak **karbon-azot bilanço denemeleri**nden yararlanılabilir. Ayrıca, doğrudan hayvan üstünde **karşılaştırmalı kesim tekniği** uygulanarak da, yemlerin organizmada biriktirdiği ürünlerin enerji değerlerinden hareketle, o yeme veya yemlere ait net enerji değerleri tahmin edilebilir.

Karbon-Azot Bilanço Denemeleri: Organizmada biriken enerji miktarı tüketilen metabolik enerjiden üretilen ısı enerjisi çıkarıldığında hesaplanabilir. Buna alternatif bir yöntemde daha önce ikinci bir yol olarak tanımlanan organizmadaki birikimden yararlanılmaktadır. Bu şekilde daha kestirmeden enerji birikimi saptanabilmektedir.

Büyümekte olan hayvanlarda enerjinin ana depolanma formları yağ ve proteindir. Karbonhidrat birikimi çok sınırlıdır ve nispeten sabittir. Organizmada biriken protein ve yağ miktarı karbon-azot bilanço denemesiyle tahmin edilebilir. Bunun için vücuda alınan azot ve karbon ile vücuttan uzaklaştırılan miktarlar saptanır ve aradaki fark organizmada biriktirilen olarak dikkate alınır. Bunlar belirlendikten sonra bunların miktarları ile enerji değerleri çarpılmak suretiyle biriken enerji miktarı saptanabilir.

Organizmaya alınan azot idrar ve gübre ile boşaltılırken, karbon bunlara ek olarak metan ve CO₂ olarak da vücudu terk etmektedir. Bu nedenle denge denemeleri solunum odalarında yapılmalıdır. Organizmada biriktirilen protein miktarı 6.25 kat sayısı ile çarpılarak saptanır. Organizmadaki 1 kg protein birikimi 160 g azot birikimi ve 512 g karbon birikimini ifade etmektedir. Bu kabullerle proteinde biriken karbon miktarı da hesaplanabilmektedir. Karbon birikiminin geri kalanı yağ birikimi olarak dikkate alınır ve kg yağ doku 746 g karbon içermektedir. Koyun ve sığır karkasında biriken yağ için 39.3 MJ/kg ve protein için 23.6 MJ/kg değerleri önerilmektedir. Karbon-azot dengesi tekniğinin avantajı oksijen tüketimi veya solunum katsayısının belirlenmesine gerek kalmaması ve enerji birikiminin yağ ve protein birikimi şeklinde alt gruba ayrılabilmesidir.

Karşılaştırmalı Kesim Tekniği: Kalorimetrik yöntemlerde ve gaz değişiminden yararlanılan solunum odalarında çok az sayıda hayvanla çalışılmakta ve bir kısım hassas

cihazlar gerektirmektedir. Bu nedenle enerji birikiminin ölçülmesinde farklı yöntemler kullanılmaya çalışılmaktadır. Bunlardan birisi yemleme denemeleridir. Burada alınan metabolik enerji tatmin edici düzeyde ölçülebilir. Enerji birikimi ise canlı ağırlık kazancından faydalanılarak saptanmaya çalışılır. Bununla birlikte canlı ağırlık kazancının ve hayvandaki canlı ağırlık kazanç formlarının belirlenmesinde bir kısım zorluklar vardır. Bunların içinde sindirim sistemi doluluğu, idrar, safra gibi depo organlarının boyutları vardır. Ayrıca farklı dokuların kemik kas ve yağ içerikleri de önemli düzeyde değişmektedir. Ancak süt üretimi ve yumurta üretiminde ürünle uzaklaştırılan enerji kolayca saptanabilir.

Yemleme denemeleriyle enerji tutulumunun saptanmasında kullanılan en önemli teknik **karşılaştırmalı kesim tekniği**'dir. Bu teknikte denemeye alınan hayvanlardan bir grubu deneme başlangıcında kesilir ve bombalı kalorimetreyle tüm karkastan, kıyma yapılmış karkastan veya karkas kas kemik ve yağ dokuları ayrıldıktan sonra alınan örneklerde enerji tayini yapılır. Aynı işlem belli bir süre yemlenen hayvanlarda deneme sonunda tekrarlanarak vücuttaki enerji birikimi saptanır. Buna ilişkin bir örnek çizelge 3.2'de sunulmuştur.

Çizelge 3.2. Tavuklarda karşılaştırmalı kesim tekniği ile enerji birikimi ve ısı üretiminin saptanması.

Özellikler	Deneme başı	Deneme sonu	Farklılık
Canlı ağırlık, g	2755	2823	68
Brüt enerji, kJ	27429	28170	679
Metabolik enerji tüketimi, kJ		2255	
Isı üretimi, kJ (2255-679)		1576	
Solunum odasında ısı üretimi, kJ		1548	

Karşılaştırmalı kesim tekniği ile enerji tutulumu ve ısı üretiminin saptanması özellikli aletlere gereksinim göstermez. Ancak büyük hayvanlar ile çalışılırken, zahmetli, fazla iş gücü isteyen, maliyetli bir tekniktir. Kısmi karkas parçalama teknikleri kullanılması iş gücü ve maliyet gereksinimlerini azaltabilir. Ancak sonuçların güvenilirliği açısından kullanılan yaklaşımların vücudun genel kompozisyonu ile ilgili ilişkisinin yüksek olması gerekir. Hayvan canlı iken vücudundaki doku miktarlarının tayin edilmesine izin veren teknikler kullanılabilirse, bu teknik oldukça basit bir teknik olarak algılanabilir. Vücuttaki su miktarı, K miktarı ve karkas yoğunluğunun belirlenmesiyle karkas kompozisyonu canlı hayvan üzerinde tespit edilmeye çalışılmaktadır. Bu amaçlarla ultrasonografi, x-ray ve bir kısım görüntü işleme teknikleri denenmektedir. Ancak bütün bunların güvenilirlikleri konusunda elde kesin sonuçlar mevcut değildir.

Enerji Birimlerinde Dönüşüm

Yemlerin enerji içerikleri ve ruminant hayvanların enerji gereksinimleri için verilen NE, SE, ME birbirlerine dönüştürülebilir.

$$ME=0.82 SE$$

$$NE_{yp} = 1.37ME - 0.138ME^2 + 0.0105ME^3 - 1.12 \text{ (Garrett, 1980a).}$$

$$NE_{vp} = 1.42ME - 0.174 ME^2 + 0.0122ME^3 - 1.65 \text{ (Garrett, 1980a).}$$

Ayrıca NE_{yp} ve NE_v gereksinimleri ME enerji cinsinden ME'nin kullanım etkinlikleri göz önüne alınarak hesaplanabilir.

$$k_{yp} = NE_{yp}/ME, k_{cak} = NE_{cak}/ME, k_{lak} = NE_{lak}/ME$$

k_{yp}: metabolik enerjinin yaşama payı için kullanım etkinliği,

k_{cak}: metabolik enerjinin canlı ağırlık kazancı için kullanım etkinliği,

k/lak: metabolik enerjinin laktasyon için kullanım etkinliğidir.

Bununla birlikte *kyp* ve *kcak* içinde ayrıca geliştirilmiş eşitlikler mevcuttur. Bu eşitliklerde rasyonun metabolik enerji konsantrasyonu ve metabolize edilebilirlik de bir faktör olarak alınabilmektedir.

$kyp=0.55 + 0.016 ME$, ME rasyonun metabolik enerji düzeyi (MJ/kg)

$kcak=0.0435 ME$ şeklinde rasyon metabolik enerji içeriğine bağlı olarak ifade edilirken, metabolize edilebilirliğe (q) bağlı olarak aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir.

$kyp=0.30q + 0.546$, $kcak=0.78q + 0.06$ ve $k/lak=0.28q + 0.466$. (q=ME/BE dir.).

İngilizlerin ARC (1984) sistemi ruminantların tükettikleri yemler için ortalama bir değer olarak kuru madde bazında brüt enerji (BE) miktarını 18.4 MJ veya 4.4 Mcal olarak kabul etmektedir. Süt sığırlarında ME enerjinin yaşama payı, canlı ağırlık kazancı, fötüs gelişimi ve süt verimi için kullanım etkinlikleri benzerdir. Bu nedenle süt sığırları için enerji gereksinimleri NE_{lak} şeklinde tek bir değerlendirme ölçüsüne sahip olmaktadır.

Metabolik enerjinin kullanım etkinliği metabolizma ve sindirim sırasında ortaya çıkan ısı enerjisiyle ilgilidir. Bu yemlerin "ısı artırım (heat increment) değeri" olarak tanımlanır. Yemlerin ısı artırım değerleri farklıdır. Bir başka deyişle yemlerin metabolik enerjilerinin kullanım etkinlikleri farklılık gösterir. Hayvanlar vücutlarında sürekli ısı üretirler ve bu ısıyı çevrelerine yayarlar veya soğuk iklimlerde vücut sıcaklığını korumak amacıyla kullanırlar. Hayvanlar yaşama payı düzeyinde beslendiklerinde bazal metabolizma için gerekenden daha fazla ısı üretirler. Bu ısı artırımını olarak nitelenir. Hayvan soğuk bir çevrede olmadığı sürece bu ısının bir değeri yoktur.

Isı artırımının ana nedeni emilen ve metabolize edilen besin maddelerinin etkin kullanılmamasıdır. Örneğin ATP üretmek için glukoz yıkıldığında serbestleşen enerjinin ancak %69'u kullanılmakta, %31'i ısı enerjisi olarak kaybedilmektedir. Vücut dokularının sentezinde de benzer etkin kullanamama söz konusu olmaktadır.

Isı artırımının diğer bir kaynağı da sindirim olaylarıdır. Sindirim sırasında yemlerin çiğnenmesi, sindirim sistemi hareketleri, konsantrasyon farkına rağmen besin maddelerinin emilimi önemli miktarlarda enerji gerektirir ve vücudun önemli miktarda ısı yüklenmesine neden olur. Ayrıca ruminantlarda sindirim sistemindeki mikrobiyal aktivite de önemli derecede ısı üretimine neden olur. Mikrobiyal aktivite sonucu üretilen ısının toplam enerjinin %5-10 düzeyinde olduğu bildirilmektedir. Son yapılan çalışmalarda organlar düzeyinde ısı üretimi saptanabilmektedir. Bu çalışmalarda ruminantlardaki ısı üretiminin yaklaşık %30-40'ının sindirim sistemi aktivitesinden kaynaklandığı bildirilmektedir.

Ruminantların besin madde gereksinmelerinin ve yemlerinin enerji değerlerinin belirlenmesinde ilk olarak kullanılan birim nişasta değeridir. Nişasta değeri Almanya'da Kellner tarafından geliştirilmiştir. Kellner'in net enerji sistemine dayanan bu yaklaşımı son yıllara kadar Avrupa ülkeleri ve ülkemizde kullanılmıştır. Bu sistemde yemlerin net enerji içerikleri 1 kg saf susuz nişastaya göre ortaya konmaktadır. Yemlerin kendi orijinal net enerji içerikleri kullanılmamaktadır. Yemlerin net enerji içerikleri 1 kg saf susuz nişastanın gelişmesini tamamlamış öküzlerde 2.36 Mcal NE ye eşdeğer yağ birikimi sağladığı bulgusundan hareketle göreceli olarak saptanmıştır. Örneğin arpa 1.91 Mcal NE/kg içeriyor ise bunun nişasta değeri 1.91/2.36 oranından 0.81 kg nişasta/kg arpa veya 81 kg nişasta/100 kg arpa olarak değerlendirilmektedir. Bir yemin nişasta eşdeğeri kg/100 kg olarak ifade edilirse nişasta değeri (ND) olarak, g/kg olarak ifade edilirse nişasta birimi (NB) olarak değerlendirilmektedir. Yani örneğimizde arpanın nişasta değeri 81 iken, nişasta birimi değeri 810 dur. Yemlerin nişasta birimi olarak değerleri 2.36 ile çarpılarak net enerjiye dönüştürülebilir. Kellner'in net enerji sisteminde yemlerin selüloz içeriklerine,

enerjinin kullanım amacına (yaşama payı, canlı ağırlık kazancı, süt verimi gibi) göre de bir kısım düzeltme faktörleri geliştirilmiştir.

Enerji değerlendirme sistemleri arasında aşağıdaki çevirimler kullanılabilir.

ME=0.82 SE

1 ND (1 kg nişasta değeri)=5.082 Mcal SE=2.356 Mcal NE

1 kg SOM=1.05 kg TDN

1 ND=1.15 kg TDN=1.10 kg SOM

1 kg SOM=4.62 Mcal SE

1 kg TDN=4.409 Mcal SE=3.615 Mcal ME (ME=0.82 SE)

1 ND=1.15 kg TDN=1.15*3.615 Mcal ME= 4.16 Mcal ME

veya 1ND=5082 kcal SE x 0.82 = 4160 kcal ME=2360 kcal NE

3.1.5. Yemlerin Protein İçeriklerine Göre Değerlendirilmesi

Yemlerin protein içeriklerine göre değerlendirilmesi, hayvanın sindirim sistemine göre farklılık gösterir. Tek mideli hayvanlarda yemlerin protein içeriklerine göre değerlendirilmesinde proteini oluşturan amino asitlerin miktarı, yani biyolojik değeri veya kalitesi önem taşırken, geniş getiren hayvanlarda yemlerin protein içeriklerine göre değerlendirilmesinde yem proteininin rumende yıkıma direnci yani by-pass olma özelliği önem taşımaktadır.

3.1.5.1. Yemlerin Proteininin Biyolojik Değerine Göre Değerlendirilmesi (Tek Mideliler)

Yemlerin içerdikleri proteinlerin biyolojik değerine, yani proteinin organizmada ürüne çevrilebilme gücüne göre değerlendirilmesi ilk sırada protein içerisindeki değişik amino asitlerin türüne ve miktarına bağlıdır. Hayvanlar genel olarak gereksinim duydukları amino asitlerin bir kısmını kendi vücutlarında sentezleyebildikleri halde bazılarını mutlaka dışarıdan yemlerle birlikte almak zorundadırlar. Dışarıdan yemlerle alınması zorunlu olan bu amino asitlere, esansiyel amino asit adı verilmektedir. Ancak, ruminant hayvanların iştahlarındaki mikroorganizmalar bu amino asitleri azotlu maddelerden itibaren sentezleyebilmektedirler. Bu nedenle daha çok tek mideli çiftlik hayvanları için amino asitler esansiyel özellik ifade eder. Tek mideli çiftlik hayvanları için esansiyel olan amino asitler Çizelge 3.3'de sunulmuştur. Esansiyel amino asit içeriği ayrıca proteinin biyolojik kalitesinin de en temel ölçüsüdür. Esansiyel amino asitlerce zengin ve dengeli protein, biyolojik olarak kaliteli protein olarak adlandırılır.

Ancak pratik koşullarda amino asit içeriklerine dayalı olarak yemleri değerlendirmek, pratikte bazı zorluklar doğurur. Bir defa yemdeki bu amino asitlerin miktarları çok büyük değişiklik gösterir. Bu bakımdan hemen hemen yem sayısı kadar değişik değerler ortaya çıkabilir. Diğer yandan amino asitlerin toplam miktarları hayvanlar için tek başına bir değer ifade etmez. Önemli olan bunlardan esansiyel olanların belli miktarlarda bir arada bulunabilmeleridir. Başka bir güçlük de amino asitlerin hayvan vücudunda işlenmeleri esnasında ortaya çıkar. Bu durumda bazı amino asitlerin şekil değiştirmeleri veya parçalanmaları ortamda aniden bir yetersizliğin oluşmasına yol açar, bu da başlangıçtaki değerlere göre yapılan tahminleri yanıltır. Dikkate alınması gereken bir diğer nokta da değişik ürünler için değişik amino asitlere gereksinim duyulmasıdır.

Vücut gelişimi için başka, süt için başka, yumurta için başka amino asit yapısına gereksinim vardır.

Çizelge 3.3. Tek mideli çiftlik hayvanları için esansiyel olan ve olmayan amino asitler.

Esansiyel Amino asitler	Esansiyel Olmayan Amino asitler
Arjinin	Alanin
Histidin	Aspartik asit
İsolösin	Citruline
Lösin	Sistin
Lizin	Glutamik asit*
Metionin	Glisin*
Fenilalanin	Hidroksiprolin
Treonin	Prolin*
Triptofan	Serin
Valin	Trozin

* kanatlı hayvanların optimum gelişimi için esansiyel amino asitlere ek olarak gereklidir.

Öte yandan, özellikle vücut gelişmesinde, yem proteinin organizmadaki etkisi ile ağırlık artışı arasında çok sıkı ve paralel bir ilişki bulunduğundan, proteinin biyolojik değerine bağlı olarak yemleri kabaca sınıflandırmak yaygın bir uygulamadır. Bu amaçla üzerinde durulan yemin proteinin biyolojik kalitesi bazı biyolojik veya kimyasal yöntemlerle saptanır, esansiyel amino asit profili hakkında göreceli olarak veya mutlak değer olarak bilgi sahibi olunur. Proteinlerin biyolojik değerlerinin saptanması ile ilgili olarak biyolojik (biyolojik değer, protein etkinlik oranı, net protein tutulumu, protein ikame değeri) ve kimyasal (kimyasal değer, esansiyel amino asit indeksi) yöntemler kullanılmaktadır.

3.1.5.1.1. Biyolojik Yöntemler

Yem proteininin biyolojik değerinin belirlenmesinde kullanılan biyolojik yöntemler aşağıda verilmiştir.

Biyolojik Değer

Yemdeki proteinlerin biyolojik yararlılıkları hayvandan beklenen performansın elde edilmesi için büyük önem taşır. Organizmadaki protein metabolizması sürekli. Sürekli protein sentezi ve ölü hücrelerin yıkımı söz konusudur. Yemlerde bulunan proteinlerin sindirimi, protein kaynaklarına ve hayvan türüne göre önemli bir değişim gösterir. Ancak hayvan beslemede kullanılan yemlerin proteinlerinin sindirilebilirlikleri %75-80 arasında değişmektedir. Yemlere uygulanan sıcaklık, farklı kimyasallar (formaldehit) ve yemlerin içerdiği bir kısım maddeler (tanen gibi) protein yıkılabilirliğini etkilemektedir.

Emilen amino asitlerin etkin bir şekilde kullanılması ise esas olarak emilen esansiyel ve esansiyel olmayan amino asitlerin kompozisyonuna ve kullanılma yönüne bağlıdır. Daha öncede ifade edildiği gibi yemlerin proteinlerinin değerlendirilmesinde yemin protein düzeyi, sindirilebilirliği kullanılabilir. Yine yemlerin içerdiği esansiyel amino asit miktarı da değerlendirmede bir kriter olabilir. Ancak bütün hayvan türlerinde esas olan üretim fonksiyonları için proteinlerden etkin bir şekilde yararlanılabilmesidir.

$$\text{Biyolojik Değer} = \frac{\text{Tüketilen N} - (\text{DışkıN} + \text{İdrar N})}{\text{TüketilenN} - \text{DışkıN}} * 100$$

Proteinin biyolojik değeri sindirim sisteminden sindirilen ve emilerek üretici vücut fonksiyonları için vücutta tutulan azot (protein) miktarını ifade eder. Öte yandan, dışkı azotunun tamamı yem orijinli değildir bir kısmı metabolik dışkı azotudur. İdrar azotunun da bir kısmı endojen orijinlidir. Biyolojik değer hesaplanmasında dışkı ve idrardaki endojen azotun (sindirim salgıları vb. gelen) da dikkate alınması mümkündür. Yumurta proteinin BD %100; et proteinlerinin %72-79; tahıl proteinlerinin %50-65 ve jelatinin %12-16 arasındadır. Hayvansal kaynaklı proteinler bitkisel kaynaklı proteinlere oranla daha yüksek biyolojik değere sahiptirler. Ancak jelatin esansiyel amino asitlerce fakir olduğundan istisna teşkil eder. Endojen kaynaklı azotun da dikkate alındığı Biyolojik Değer formülü aşağıda verilmiştir.

$$\text{Biyolojik Değer} = \frac{\text{Tüketilen N} - (\text{DışkıN} - \text{MetabolikDışkı N}) - (\text{İdrar N} - \text{Endojen İdr.N})}{\text{TüketilenN} - (\text{DışkıN} - \text{Metabolik DışkıN})} * 100$$

Protein kaynaklarının yararlılığı onun biyolojik değeri ve sindirilebilirliği ile ilgilidir. Bu iki değerle elde edilen yeni değer tutulan azot miktarını belirler ve **Net Protein Kullanımı** (net protein utilization, NPU) olarak nitelenir. Yemin ham protein içeriği ve NPU ile elde edilen değer ise **Net Protein Değeri** (net protein value, NPV) olarak nitelenmektedir.

$$\text{NPU}(\%) = \text{BD}(\%) * \text{SD}(\%) / 100 \quad (\text{SD, sindirim derecesi})$$

$$\text{NPV}(\%) = \text{HP}(\%) * \text{NPU}(\%) / 100 \quad (\text{HP, yemin ham protein içeriği})$$

Protein Etkinlik Oranı (Protein Efficiency Ratio, PER)

Protein etkinlik oranı rasyondaki proteinin değerinin belirlenmesi için hayvanın büyümesini kullanır ve birim protein tüketimi için kazanılan canlı ağırlık olarak tanımlanır. Elde edilen PER değeri hayvanın yaşı, cinsiyeti, deneme süresi ve rasyon protein düzeyi ve enerji düzeyine bağlı olarak değişir. Gereksinmenin üzerinde proteinle yemleme durumunda iyi kaliteli proteinlerle de düşük PER değerleri elde edilmesi söz konusu olabilir. Zira kaliteli protein tüketiminin artması canlı ağırlık kazancının da aynı oranda artması anlamına gelmez. PER değerinin hesaplandığı eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$\text{PER} = \frac{\text{Canlı ağırlık kazancı, g}}{\text{Tüketilen protein, g}}$$

Net Protein Tutulumu (Net Protein Retention, NPR)

PER değeri bazen standart bir test proteinine oranla ifade edilir. Bu değiştirilmiş PER metodunda standart test proteinini alan grup ile protein içermeyen yemi alan grup karşılaştırılır. Bu değerlendirmeye Net Protein Tutulumu (Net Protein Retention, NPR) denmektedir.

$$\text{NPR} = \frac{\text{Test proteini ile sağlanan canlı ağırlık} - \text{Proteinsiz yem ile kaybedilen canlı ağırlık}}{\text{Toplam Protein Tüketimi}}$$

Protein İkame Değeri (Protein Replacement Value, PRV)

Bu protein değerlendirme yönteminde yumurta, süt gibi yüksek kaliteli bir test proteini ile testi yapılacak protein kaynağı ile aynı koşullarda azot denge denemesine tabi tutulmaktadır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki eşitlikle değerlendirilmektedir.

$$PRV = \frac{A - B}{\text{Azot Tüketimi}}$$

A: Standart proteinle sağlanan azot dengesi, mg N/bazal kJ,

B: test edilen proteinin azot dengesi, mg/bazal kJ

3.1.5.1.2. Kimyasal Yöntemler

Kimyasal yöntemlerle yem proteininin biyolojik değerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler aşağıda verilmiştir.

Kimyasal Değer (Chemical Score, CS)

Kimyasal değer takdirinde proteini değerlendirilecek yemin en düşük düzeyde içerdiği esansiyel amino asit içeriği test proteini olarak alınan yumurta ve süt proteininde aynı amino asidin düzeyi ile değerlendirilir. Bu metotla elde edilen sonuçlar fare ve insanlarda biyolojik değer ile uyumlu sonuçlar verirken, kanatlılarda uyumlu sonuçlar vermemektedir. Bu metotla elde edilen değerler daha çok proteinleri sınıflandırma için uygundur. Metot sadece en yetersiz olan esansiyel amino asidi dikkate alırken, diğer amino asitlerin durumunu dikkate almamaktadır. Bu yönü en önemli dezavantajdır.

$$CS (\%) = \frac{\text{Yemin esansiyel AA içeriği} (\%)}{\text{Yumurta veya süt esansiyel AA içeriği} (\%)}$$

Örneğin buğdayın lizin içeriği %2.7 ve yumurtanın %7.2 dir.

Buna göre; buğday proteininin kimyasal değeri; $2.7/7.2 = \%37.5$ tir.

Esansiyel Amino Asit İndeksi (EAAİ)

Kimyasal değerde sadece en yetersiz esansiyel amino asidin dikkate alınmasıyla ortaya çıkan olumsuzluk esansiyel amino asit indeksi ile önlenmeye çalışılmıştır. Burada değeri belirlenecek yemin bütün esansiyel amino asitleri ile yumurta veya sütün esansiyel amino asitleri karşılaştırılmaktadır. Elde edilen bu indeks karışım halinde verilen proteinlerin değerinin de takdirine izin vermektedir. Ancak bu bir indeks değeri olduğu için farklı amino asitler bakımından farklı içeriğe sahip olan protein kaynakları için benzer indeks değerler saptanabilir. Bu yönü indeksin dezavantajıdır.

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{axbxc.....j}{ayxbxycy.....jy}}$$

n, değerlendirmeye giren esansiyel amino asit sayısı,

a, b, c...j: esansiyel amino asitlerin düzeyi (%)

Hem kimyasal değer, hem de EAAI brüt amino asit kompozisyonuna bağlı olarak saptanmaktadır. Protein değerlendirme sistemlerinde en sağlıklı yaklaşım, hayvanın kullanımına hazır amino asitlerin belirlenmesidir. Bunun için yemlerdeki aminoasitlerin bireysel olarak *in vivo* sindirilebilirliklerinin belirlenmesi gerekir.

3.1.5.2. Yemlerin Proteininin Rumende Yıkılabilirliklerine Göre Değerlendirilmesi (Ruminantlar)

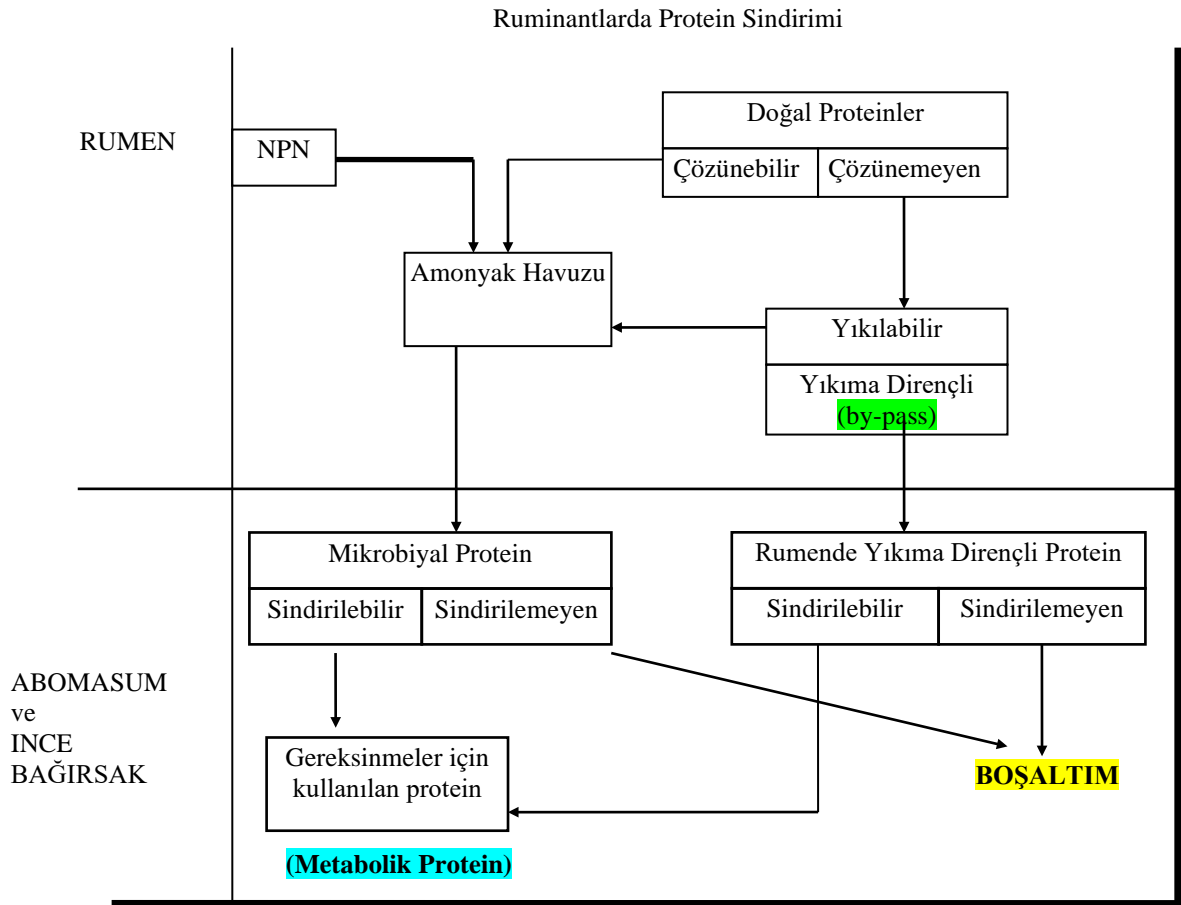
Ruminantlar için yemin protein düzeyi son zamanlara kadar ham protein ve sindirilebilir protein olarak ifade edilmiştir. Yemin içinde bulunan protein tabiatlı veya protein tabiatında olmayan azot (NPN), ruminantlar tarafından kullanılabilir. Bu nedenle NPN maddeler için **protein eşdeğeri**nden bahsedilebilir. Bu esasen, ham protein olarak da nitelenmektedir. Yemlerin protein içerikleri yemde mevcut bulunan azot miktarının 6.25 (100/16) ile çarpılmasıyla **ham protein** olarak saptanmaktadır. **Gerçek proteinin** saptanması için ham proteinden NPN maddelerin miktarının çıkarılması gerekir. NPN maddeler gerçek proteinler çöktürüldükten ve NP (non-protein) maddeler süzildükten sonra kalıntı **gerçek protein** olarak Kjeldal prosedürü ile tayin edilir. Ancak ruminantlarda NPN maddeler de rumendeki mikrobiyel populasyon sayesinde protein sentezinde kullanılabilir.

Ham protein ve sindirilebilir ham protein kavramlarındaki yetersizlikleri en aza indirmek için ARC (1984) ve NRC (1985) yeni bir sistem önermiştir. Bu sistemde mikroorganizmalar ve onların beslenmesi hayvandan ayrı olarak değerlendirilmektedir. Bu sistemde NPN maddeleri de değerlendirme içine katılabilir. Rumen mikroorganizmaları yemde mevcut bulunan karbonhidratları asetik asit, propionik asit ve butirik aside fermente ederek hayvanın enerji ihtiyacının önemli bir kısmının bu yolla karşılanmasını sağlamaktadırlar. Yemin enerjisinin (karbonhidratlarının) uçucu yağ asitlerine etkin bir şekilde dönüştürülebilmesi, mikroorganizmaların çok hızlı bir şekilde gelişmeleri ve mikrobiyel protein üretmeleri ile mümkün olmaktadır. Mikrobiyel gelişim için gerekli olan azot amino asit ve amonyak formunda yemdeki protein ve NPN maddelerin yıkımından sağlanmaktadır. Bu nedenle mikrobiyel büyüme için kullanılacak azotun rasyondaki mevcudiyeti büyük önem taşımakta ve yemin azotunun bir kısmının rumende kolayca yıkılması ve mikroorganizmaların kolayca kullanabileceği amonyak formuna dönüşmesi gerekir. Bu noktada yemde mevcut proteinler için **rumende yıkılabilir protein (RYP)** ve **rumende yıkıma dirençli protein (RYDP)** kavramları ortaya çıkmaktadır. Ayrıca rumene tükürük ve kandan da bir miktar azot girmekte ve mikroorganizmalar bunları da kullanabilmektedir.

Rumen mikroorganizmaları sadece RYP kullanabilirler. Halbuki hayvanlar yem proteinlerinden sentezlenen mikrobiyel protein (MBP) ve RYDP kullanabilirler. Yani sindirim sisteminin aşağı kısımlarında rumende gelişen mikroorganizmalar ve protozoalar rumende yıkılmayan proteinlerle birlikte sindirilir ve amino asitleri emilerek hayvanın amino asit ihtiyaçları karşılanır. Bu nedenle yemlerin ham protein içeriklerinin ne kadarının RYP ve RYDP olduklarının bilinmesi gerekir. Mikroorganizmalar esansiyel amino asitleri sentezlemektedirler. Bu nedenle ruminantlarda rasyonla sağlanan amino asit karışımı ile kan dolaşımına geçen amino asit karışımı arasında bir benzerlik kurmak mümkün değildir. Bu durumda tek midelilerde tartışılan protein kalitesi sorunu, normal koşullarda ruminantlar

için önemini yitirmektedir. Bakteri ve protozoa proteininin biyolojik değeri %80 olarak kabul edilmektedir. Ancak bakteriyel proteinlerin sindirilebilirliği %74 iken protozoa proteinin sindirilebilirliği %91'dir.

Bu durum ortaya konduktan sonra sindirilebilir proteinin yemlerin protein içeriklerinin ve hayvanların protein gereksinmesinin belirlenmesinde yetersiz kaldığı üzerinde durulmaya başlanmıştır. Buradaki esas problem dışkıdaki sindirilemeyen azotun büyük bir kısmının mikrobiyel orijinli olması ve çok azının yemin gerçek proteininden kaynaklanmasıdır. Ayrıca emilmiş görünen azotun amino asit azotu şeklinde mi, yoksa rumen duvarından amonyak azotu şeklinde mi emildiği de net olmamaktadır. Bu ise ölçülen sindirilebilirliğin yemin gerçek sindirilebilirliği ile çok az ilgili olduğu anlamına gelmektedir. Kalın ve körbağırsaklardaki mikrobiyel aktivite ile üretilen ve mikrobiyel orijinli dışkı proteinini de sindirilebilirlik yönünden diğer bir hata kaynağıdır. Zira sindirim sisteminin bu kısımlarında protein sindirimi ve emilimi söz konusu değildir ve pratik olarak bunun tavşan gibi kaprofajik hayvanlar dışında fazlaca bir anlamı yoktur. Diğer taraftan ruminantlarda tükürük ile rumene gelen ve dolaşım sisteminden rumen duvarları vasıtasıyla rumene diffüze olan azotun kullanılıyor olması da diğer bir handikaptır. Burada tartışılan konular; sindirilebilir proteinin yetersizliği metabolik protein, rumende yıkılabilir ve yıkıma dirençli protein kavramlarının ele alındığı yeni bir protein değerlendirme sistemini tartışmaya açmıştır.



Ruminantlarda protein kalitesi rumen koşullarına göre değişebilir. Örneğin düşük pH'larda protozoa sayısı sifıra kadar düşebilmektedir. Bu durumda protein kullanım etkinliği bakteriyel proteinin protozoal proteine oranla sindiriminin düşük olması nedeniyle kötüleşebilir. Düşük kaliteli proteinler mikrobiyel aktivite sayesinde kaliteli proteine dönüştürülebilir: Bu durum hayvana ve yemleme ekonomisine önemli bir avantaj sağlayabilir. Ancak yemlemede kaliteli ve rumende yıkılabilirliği yüksek proteinler kullanılması durumunda; kaliteli proteinlerin kaybı söz konusu olabilir. Bu ise dikkat edilmesi gereken önemli bir husustur. Rumende oluşan amonyak eğer mikroorganizmaların kullanabileceğinden fazla olursa rumen duvarlarından emilerek karaciğer taşınır ve orada üreye dönüştürülerek idrar yoluyla boşaltılır.

Azotun rumende etkin kullanımı, azot kaynağının buradaki yıkım etkinliği yanında rasyonda kolayca yıkılabilir karbonhidrat formundaki enerjinin senkronize bir şekilde mikroorganizmalara temin edilmesine de bağlıdır. Proteinlerin rumendeki yıkım hızları ve yıkılabilirlikleri proteinlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerine, diğer rasyon unsurlarının koruyuculuk özelliklerine ve gördükleri muamelelere göre değişir. Genellikle proteinlerin çözünebilirliği ile rumende yıkılabilirliği arasında önemli pozitif ilişkiler olduğu ifade edilmektedir. Ancak bir kısım örneğin kazein rumende kolayca yıkılabilirken, çözünebilir bir protein değildir. Albümin ise rumende yıkıma dayanıklı iken, çözünebilir bir proteindir. Bu nedenle proteinlerin yıkılabilirliğinin daha çok amino asit dizilişlerinden etkilendiği ifade edilmektedir.

Rumendeki mikrobiyel protein üretimi, mikrobiyel gelişimle ilgili olduğu için aynı zamanda mikrobiyel protein sentezi için fermente edilebilir organik maddeye veya enerjiye de ihtiyaç vardır. Bakteriyel protein sentezi için gereksinim duyulan ham protein miktarı hayvanın enerji alımına bağlıdır. Bu miktar;

NRC (1996) tarafından 13 g/100 g TDN (veya 36-37 g/Mcal ME) olarak tanımlanmıştır.

ARC (1984) tarafından 7.8 g HP/MJ ME (veya 32.65 g HP/Mcal FME),

AFRC (1993) ise besleme düzeyine bağlı olarak 9-11 g HP/MJ FME tanımlamıştır.

FME, fermente edilebilir metabolik enerjidir ve değişik yemler için aşağıdaki şekilde hesaplanır.

FME (MJ/kg KM) : ME-MEyağ – ME_{ferm}

Fermente edilebilir metabolik enerjinin dikkate alınması, mikroorganizmaların fermente edilemeyen maddelerin enerjisini kullanamamasından kaynaklanır. Bu amaçla toplam metabolik enerjiden çıkarılması gereken enerjiler rasyondaki yağın ve fermentasyon ürünlerinin enerjisidir.

AFRC (1993) yağ için ME düzeyini 35 MJ/kg olarak değerlendirmektedir. Silajdaki fermentasyon ürünü asitlerin toplam miktarı tam bilinmediğinden silaj için %10'luk ve alkol sanayi artıklarında ise %5'lik bir ME kaybı dikkate alınması gerektiğini ifade etmektedir. Buna göre ilgili eşitlikler aşağıda verilmiştir.

Silaj için, FME (MJ/kg KM) : 0.90ME – MEyağ
:0.90ME – 35xHY(kg)

Alkol sanayi artıkları için, FME (MJ/kg KM) : 0.95ME – MEyağ
: 0.95ME – 35xHY(kg)

Enerji ile ilgili yaklaşımlar yemin azotunun etkin kullanılması ile ilgilidir. Eğer rasyon yeterli fermente edilebilir organik madde, diğer bir ifadeyle enerji sağlamıyor ise, rumende yıkılabilirliği yüksek olan proteinlerin azotunun kullanımı kötüleşir. Ancak unutulmaması gereken diğer bir husus da yemin enerjisinin etkin kullanımı için de rasyonda yukarıda verilen oranlarda rumende yıkılabilir proteinin sağlanmasıdır.

INRA (1988) yukarıda vurgulanan nedenlerden dolayı ruminantlarda protein gereksinmesinin tanımlanmasında iki farklı yaklaşım ortaya koymuştur. INRA'nın sistemi PDI sistemi olarak bilinir ve ince bağırsaklarda sindirilen gerçek protein miktarını ifade eder. Yani metabolik proteinin diğer bir ifade şeklidir. Ancak PDI sisteminde metabolik proteini etkileyen en önemli faktör olan mikrobiyel protein sentezini etkileyen enerji mevcudiyeti ve rumende yıkılabilir azot mevcudiyeti göz önüne alınarak, yemler için iki ayrı protein değeri tayin edilmiştir. Bunlardan birisi rumendeki fermente edilebilir organik madde mevcudiyeti ile ilgili olan PDIE'dir. Bu, rumende yıkılmayan ancak ince bağırsaklarda sindirilebilen protein ile rumende yıkılabilir azot ve diğer besin maddeleri yetersizliği söz konusu olmadığı zaman rumende mevcut enerji ile sentezlenebilen mikrobiyel proteini içermektedir. Diğeri ise PDIN'dir ve yine rumende yıkılmayan ancak bağırsaklarda sindirilebilen yem proteini ile enerji ve diğer besin maddeleri sınırlı olmadığı zaman rumende sentezlenen mikrobiyel proteini içermektedir.

Bilindiği gibi sindirilen ve emilen proteinler hayvanın dokular düzeyinde yaşama ve verim payı için gereksinim duyduğu amino asitlerin karşılanması için önem taşımaktadır. Yemin azotundan yararlanma bakımından emilen proteinden yaşama payı, canlı ağırlık kazancı, gebelik ve süt verimi için kullanım etkinlikleri de büyük önem taşımaktadır. Proteinin bu aktiviteler için kullanım etkinlikleri dikkate alındığında, dokular düzeyinde ihtiyaç duyulan **net protein** tanımlanmış olur. Hayvanların protein gereksinmelerinin tanımlanmasında bu etkinliklerde göz önünde bulundurulmaktadır.

Rumende yıkılabilir protein kavramı yemlerin rumendeki yıkılabilirliklerinin belirlenmesini zorunlu kılmaktadır. Daha önce de belirtildiği şekilde, diğer besin maddeleri için geçerli olduğu gibi, protein yıkılabilirliği de *in vivo* ve *in situ* tekniklerle belirlenebilmektedir.

in vivo, (klasik sindirim denemesi) teknikte duodondaki amonyak tabiatında olmayan azot, mikrobiyel azot ve toplam azot alımı vasıtasıyla azot yıkılabilirliği saptanmaktadır.

$$Yıkılabilirlik = 1 - \frac{\text{amonyak tabiatında olmayan duodonal azot} - \text{mikrobiyel azot}}{\text{yemle alınan azot}}$$

in vivo teknikte duodonal akışın (boşalma hızının) ve mikrobiyel azotun doğru bir şekilde ölçülmesi gerekir. Duodonal akışın belirlenebilmesi için bir kısım işaretleyiciler (marker) kullanılması gerekir. Duodonal akış hayvandan hayvana önemli düzeyde değişmektedir. Mikrobiyel azot ise, 35S, 32P, ve 15N ile işaretlenmiş amino asitler, diaminopimelik asit (DAPA), aminoetilfosporik asit (AEPA) gibi işaretleyiciler ile tanımlanabilmektedir. Mikroorganizmalardaki işaretleyici konsantrasyonu rumen sıvısı örneklerinde ölçülür. Burada rumen sıvısından izole edilen mikroorganizmaların duodondakileri temsil ettiği kabul edilir. Ancak bunun geçerliliği tartışmalıdır. Zira rumende yem partiküllerine ve rumen epiteline tutunmuş mikroorganizmalar da vardır.

Ayrıca duodonal azot içinde bir kısım endojen azot da bulunmaktadır. Bunun da dikkate alınması gerekir. Buradaki endojen azotun belirlenmesi oldukça güçtür ve genellikle bazı kabullerden hareket edilir.

AFRC (1993) rumen mikroorganizmalarının gerçekte yakalayıp kullandıkları $Y_{ikilabilirlik} = 1 - \frac{\text{amonyak tabiatında olmayan duedonal azot} - (\text{mikrobiyel azot} + \text{endojen azot})}{\text{yemle alınan azot}}$

yıkılabilir protein düzeyini, *in situ* teknikte tanımlanan yıkılabilirlik parametrelerine bağlı olarak aşağıdaki şekilde tanımlamıştır. Bu değişkeni **rumende etkin yıkılabilir protein (REYP, effective rumen degradable protein)** olarak nitelemiştir. Dolayısıyla buradan saptanan protein mikrobiyel protein (MBP) sentezine eşit olmaktadır.

$$REYP \text{ (g/ kg KM)} = 0.8(KYP) + YYP$$

ARC (1980) rumende ortaya çıkan azotun %80 etkinlikle mikrobiyel proteine dönüştüğünü kabul etmektedir. AFRC (1993) de bu kabulü kullanmaktadır. Mikrobiyel protein sentezi daha önceleri de değinildiği gibi besleme düzeyine bağlıdır. Besleme düzeyi de toplam enerji alımının yaşama payı enerji gereksinmesinin kaç katı olduğunu ifade eder ve 1, 1.5, 2, 2.5, 3.... gibi değerler alır. Besleme düzeyine (BD) bağlı olarak birim MJ FME için üretilen mikrobiyel protein miktarı (y) yaklaşık aşağıdaki şekilde tahmin edilebilir.

$$y \text{ (g MBP/MJ FEM)} = 8.23 + 0.83 \text{ BD (AFRC, 1993'ten adapte edilmiştir).}$$

$$MBP \text{ (g/gün)} = FME \text{ (MJ ME/gün)} \times y \text{ (gMBP/MJ FME)}$$

Rumende etkin yıkılabilir protein miktarı ile fermente edilebilir metabolik enerji ile üretilmesi muhtemel mikrobiyel protein arasında bir dengenin olması gerekir. Mevcut protein değerlendirme sisteminde amaç bu dengenin oluşturulması olmalıdır.

$$MBP \text{ (g/gün)} = REYP \text{ (g/gün)}$$

Rasyonda REYP miktarı gereksinmenin altında ise mikrobiyel protein sentezi ile REYP miktarı aynı olur. Rasyondaki REYP düzeyi yüksek ise mikrobiyel protein sentezi için FME birinci dereceden sınırlayıcı faktör olur. Fazla REYP kan amonyak ve üre düzeyinin artmasına ve azotun üre olarak kaybedilmesine neden olur.

By-Pass protein olarak da adlandırılan "rumende yıkıma dirençli protein (**RYDP**)" miktarı, ham protein miktarından rumende yıkılabilir kısmı çıkarılarak saptanır.

$$RYDP \text{ (g/kg/KM)} = HP - RYP$$

Rumende yıkılabilir kısım detaylandırılır ise;

$RYDP = (g/kg/KM) = HP - (KYP + YYP)$ şeklinde hesaplanabilir. Rumende yıkıma dirençli proteinlerin ince bağırsaklardaki sindirilebilirliği %85 olarak kabul edilmektedir. Ancak, AFRC (1993) **rumende yıkıma dirençli sindirilebilir protein (RYDSP)** miktarının **asitte çözünmeyen azot miktarına** (acid detergent insoluble nitrogen, **ADIN**) bağlı olarak aşağıdaki şekilde saptanabileceğini ifade etmektedir.

$$RYDSP \text{ (g/kg KM)} = 0.9 (RYDP) - 6.25(ADIN)$$

Daha önceleri vurgulandığı gibi hayvanların sindirimden sonra kullanabildikleri azotun iki kaynağı vardır. Bunlardan birincisi **sindirilebilir mikrobiyel protein (SMBP)**, ikincisi ise rumende yıkıma dirençli sindirilebilir proteindir. Bunların toplamı metabolik proteini vermektedir.

Sindirilebilir mikrobiyel proteini; AFRC (1993), mikroorganizmaların gerçek protein içeriğinin %80 olduğu, bunun sindirilebilirliğinin de %75 olduğu kabulü ile aşağıdaki şekilde hesaplamaktadır.

$$SMBP \text{ (g/gün)} = 0.75 \times 0.85 MBP \text{ (g/gün)} = 0.6375 MBP$$

Aşağıda yaşama payının 2 katı düzeyinde beslenen yüksek verimli süt sığına verilen yemin, AFRC (1993)'e göre protein değerinin takdiri sunulmuştur.

Hayvan: süt sığına, $y(\text{gMBP/MJFME})=11$

Değerlendirmeye esas yemin özellikleri;

HP (g/kg KM) :	550	
HY (g/kg) :	20	
ME (MJ/kg KM):	12.5	
a :	0.20	
b :	0.65	
c :	0.06	
k :	0.05	
ADIN (g/kg KM):	0.20	
YYP(g/kg) :	$bxc/(c+k)=0.650 \times 0.06 / (0.06 + 0.05)$	=354
REYP (g/kg KM):	$HP \times (0.8x a + YYP) = 550 \times (0.8 \times 0.2 + 0.354)$	=283
RYDP(g/kg) :	$HP - KYP - YYP = 550 - 550 \times 0.2 - 550 \times 0.354$	=245
FME (MJ/kg KM):	$12.5 - 35 \times 0.02$	=11.8
REYP/FME :	$283 / 11.8$	=23.98
	23.98 > y enerji sınırlayıcı	
SMBP (g) :	$0.6375 (11.8 \times 11)$	=82.7
RYDSP g/kg KM) :	$0.9 (RYDP) - 6.25(ADIN) = 0.9 \times 245 - 6.25 \times 0.2$	=219.3
Metabolik Protein (MP):	$SMBP + RYDSP = 82.7 + 219.4$	=302.0
REYP	=283 g/kg KM	
RYDSP	=219 g/kg KM	
MP	=302 g/kg KM	

3.1.6. Yemlerin Özel İçerik Maddelerine Göre Değerlendirilmesi

Yemlerin özel içerik maddelerinden, yem içerisinde çok az miktarlarda bulunmalarına rağmen etkileri büyük olan vitamin, hormon, antibiyotik, zararlı ve zehirli (anti-besinsel) maddeler kastedilmektedir.

3.1.6.1. Vitaminler

Yemlerde bulunan vitaminler gerek tür ve gerekse miktar bakımından çok değişiklerdir. Bu nedenle yemlerin vitamin içerikleri bakımından belli rakamlar vermek güçtür. Aynı çeşit yem için dahi kesin rakamlar vermek mümkün değildir. Çünkü elde edildiği bölgeden, üretim tekniğine ve depolama koşullarına kadar birçok faktör yemlerin vitamin içeriğini etkileyebilir. Eldeki bilgiler ölçüsünde bir değerlendirme yaparak vitamin içeriğine göre yem değerlendirilebilir; ancak pek sağlıklı sayılmaz.

3.1.6.2. Hormon ve Antibiyotikler

Bitkisel kökenli yemlerde de bulunan bu maddeler yemlerin işlenmesi sırasındaki işlemlerden pek etkilenmedikleri için yem değerlendirilmesinde çok sağlıklı bilgiler vermezler.

3.1.6.3. Zararlı-Zehirli Maddeler-Antibesinsel Faktörler

Bu isim altında toplanan maddeler daha çok alkaloidler; zehirli mantarlar, zehirli protein bileşikler, glikozitler, pamuk tohumundaki *gossipol*, keten tohumundaki *linamarin*

ve bazı anti-vitaminik maddelerdir. Aynı şekilde soya tanesindeki *üreez* ve *anti-tripsik faktör* de yem değerini düşüren etkenlerdendir. Keten tohumundaki *linemarin* maddesinin, soya tanesindeki *üreez* ve *anti-tripsik faktör* aktivitesinin ısıtma işlemi uygulaması ile *gossipolon* ise metal iyon muamelesi ile zararsız düzeye indirilmesi mümkündür. Ayrıca yem maddelerine tarlada ve/veya işleme ortamında bulaşan, uygun koşullara sahip olmayan depolama ortamlarında kontrolsüz şekilde üreyen küf mantarı ürünleri mikotoksinler de hayvan sağlığına ve ürün kalitesine neden oldukları ciddi olumsuz etkiler sebebiyle yemin değerini kaybettiren önemli toksik maddelerdir. Bu konularla ilgili detaylı bilgiler “**Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi**” ders kitabının 11. Bölümünde (**Yemlerde Bulunan Beslemeyi Engelleyici Maddeler**) verilmiştir.

3.2. Yemlerin Besleme Değerini Etkileyen Faktörler

Yemler, üretimden hayvanlara yedirildikleri ana kadar geçen süre içerisinde besleme değerleri ve diğer niteliklerini etkileyen çeşitli faktörlerin etkisi altındadırlar. Yemlerden beklenen düzeyde bir yararın sağlanabilmesi için her şeyden önce söz konusu yemin hayvan tarafından istekle tüketilmesi gerekir. Yemlerin tüketilmeleri ve bunu takiben hayvan vücudunda değerlendirilmeleri üzerine birçok faktör etkili olur. Bu faktörlerin etki düzeyi insanların müdahalesi ile değiştirilebilir

3.2.1. Yemlerin Üretim Aşamasında Etkili Olan Faktörler

Yemlerin üretimi aşamasında, toprak, iklim, gübreleme, hasat zamanı ve diğer bazı faktörler yemlerin besleme değerini etkiler.

3.2.1.1. Toprak

Bitkisel kaynaklı yemler toprağa bağımlı olarak yetiştirildiği için, besin maddeleri içerikleri toprakta bulunan yararlanılabilir besin maddeleri durumuna bağlıdır. Bunun yanı sıra bitkinin yetiştiği yöredeki fiziksel etmenler ve özellikle bitkinin su ve havadan yararlanma durumu da yem değerini etkilemektedir. Aynı bitki değişik topraklarda farklı bileşim göstermekte bu da besleme değerini bir ölçüde etkileyebilmektedir. Nitekim, bazı bölgelerde, topraktaki herhangi bir mineral madde eksikliği veya fazlalığı bitkiye ve dolayısıyla hayvana yansıtılabilmektedir.

Topraktaki besin maddeleri eksikliği bitkinin besleme değerinin yanı sıra ürün miktarını da olumsuz yönde etkiler. Bileşim bakımından tane ve tohumlar, yeşil yemlere göre daha az bu tür etmenlerden etkilenirler. Örnek vermek gerekirse, fosforca yetersiz toprakta yetişen yeşil yem bitkilerinin fosfor içeriği düşük olacağından bu tür yemlerle beslenen hayvanlarda fosfor yetmezliği görülür. Fosforla gübreleme bitkinin fosfor içeriğinin yanı sıra ürün miktarını da artırır. Yine benzer olarak toprağın çinkoca fakir olması hem ürün miktarını hem de bitkinin çinko içeriğini olumsuz yönde etkiler. Ülkemizin Orta Anadolu ve Doğu Akdeniz bölgeleri topraklarında sıkça rastlanan çinko noksanlığı buna tipik bir örnektir. Çinko gübrelemesi bu bölgelerde üretimi yapılan bitkilerin, özellikle buğdayın, verimini önemli oranda artırmaktadır.

Toprağın doğal çayırlar üzerinde de belirgin etkisi vardır. Nitekim çayırın bitki bileşiminden toprak özelliklerinin belirlenebilmesi mümkündür. Asit reaksiyonlu topraklarda saz ve kareks türü düşük değerli bitkiler hakimdir. Öte yandan, topraktaki mineral noksanlığına bağlı olarak çayır ve mer’alarda otlayan hayvanlarda mineral noksanlığı veya

fazlalığı da oluşabilmektedir. Bazı bölgelerde yetişen bitkiler toprak yapısı nedeniyle selenyum bakımından zengin olduğundan hayvanlarda selenyum zehirlenmeleri (selenosis), bazı bölge topraklarında flor zengin olduğundan çayır mer'alarda otlayan hayvanlarda floris görülmektedir. Ülkemizde floris vakaları için Doğu Beyazıt tipik bir örnektir. Ayrıca Ülkemizin Orta Anadolu ve Doğu Akdeniz bölgeleri topraklarında sıkça rastlanan çinko noksanlığı ve Karadeniz bölgemizde görülen iyot noksanlığı da çayır ve mer'aların bu minerallerce fakir kalmasına neden olmaktadır. Özetle toprak karakteri, üzerinde yetişen bitki çeşitlerini ve mineral içeriklerini belirleyerek yem değerini doğrudan etkilemektedir.

3.2.1.2. İklim

Öte yandan, iklimin farklı yemler üzerindeki etkisi değişik olmaktadır. Nitekim, tane yemler iklimden daha az etkilendikleri halde, yeşil yemler daha fazla etkilenir. İklim, toprak ve diğer bazı etmenlerin de etkisiyle mısır, sorgum ve başka bazı bitkilerde fazla nitrat birikmesine neden olabilir. Bitki bünyesindeki nitrat düzeyi %0.07'yi geçtiğinde toksik etki yapmakta, %0.22 düzeyinde ise öldürücü olmaktadır. Ayrıca, yağışın fazla olduğu yıllarda yeşil bitkilerin su oranı arttığı için besin maddeleri oranı da düşmektedir. Bu koşullar altında bazıları hariç, genel olarak bitki bünyesinde mineral madde ve özellikle fosforik asit birikimi artar. Kurak dönemlerde ise ürün miktarı azaldığı gibi mineral madde içeriği düşer. Buna karşın organik madde içeriği yükselir. Bitkinin gelişme dönemi içerisinde havanın sürekli serin gitmesi halinde ise yaprak/sap oranı düşeceğinden bitkinin sindirilebilirliği ve protein içeriği oransal olarak düşük olur.

3.2.1.3. Gübreleme

Gübreleme yem bitkilerinin besleme değerini diğer etmenlere göre daha yüksek oranda etkileyebilmektedir. Düzenli ve doğru gübreleme ile, ürün miktarı artırılabilir gibi, besin maddeleri içeriği yüksek, kaliteli yem bitkileri elde etmek mümkündür. Gübreleme ve sulama yaprak/sap oranını artıracığı için protein içeriği üzerine de olumlu etki yapar.

Gübreleme ile, daha önce belirtilen toprak reaksiyonunun bitki bileşimi üzerindeki olumsuz etkisinin de giderilmesi söz konusudur. Nitekim kireçleme ile toprak reaksiyonunun düzeltilmesi sonucu bitki besin maddelerinin ve ürün miktarının artırılması mümkündür.

Buna karşın hatalı ve tek taraflı gübreleme ile bitki bileşiminin bozulması sonucu besleme değerinin düşmesi de mümkündür. Bunun nedeni bitkilerin gübrelemeye tepkilerinin farklı olmasıdır. Örneğin, buğdaygil-baklagil karışımlarının tek taraflı azotlu gübre ile gübrenmesi halinde karışımdaki baklagil oranı azalacağından protein düzeyi düşecektir. Buğdaygil yem bitkilerinin azotla gübrenmesinin kuru madde, sindirilebilir protein, mineral madde içeriği ve lezzetini artırdığı ileri sürülmektedir.

3.2.1.4. Hasat Zamanı

Yeşil yem bitkilerinin ilk sürgün verdiği dönemde bünyesindeki organik maddeler basit bileşikler halindedir. Gelişme çağı ilerledikçe bu bileşikler büyük moleküllü bileşikler haline dönüşürler. Böylece, azotlu bileşikler, amino asit, amid maddeler ve proteine, basit şekerler ise nişasta ve selüloza dönüşürler. Bu nedenle genç bitkilerin protein içeriği

yüksek, selüloz içeriği ise düşüktür. Bitki olgunlaştıkça selüloz içeriği arttığı gibi bitki hücre duvarlarında odunlaşma (lignification) da artar. Bu nedenle bitki olgunlaştıkça sindirilme derecesi ve dolayısıyla besleme değeri düşer. Bitkilerin olgunlaşmaya bağlı olarak sindirilme derecesinin düşmesi enerji içeriğini de olumsuz yönde etkilemektedir.

Tane yemlerin hasat zamanı, besleme değerini önemli ölçüde etkilemez. Ancak, taneler normal olgunluğa ulaşmadan kuraklık, dolu vurma, yatma, hastalık gibi nedenlerle vaktinden önce hasat edilebilirler. Bu gibi durumlarda tanelerde, normal olgunluktaki tanelere göre, basit yapıdaki bileşikler daha fazla olduğundan besleme değeri oransal olarak düşer.

3.2.1.5. Diğer Faktörler

Bitki çeşidi ve gelişme şekli besleme değeri üzerine etkilidir. Baklagillerin buğdaygillerden protein ve mineral maddeler, buna karşılık buğdaygillerin de karbonhidratlar bakımından daha zengin oldukları bilinmektedir.

Aynı bitkinin yaprak/sap oranı, yani az ve bol yapraklı oluşu, yemin sindirilebilirliğini ve yem değerini etkiler.

Bitkilerin gelişme hızı besin maddeleri ve dolayısıyla yem değeri üzerinde etkilidir. Gelişmenin yavaş olması halinde protein, mineral madde ve vitamin içeriği yüksek yeşil yem elde edilebilir. Buna karşılık hızlı gelişimde protein içeriği genellikle yüksek olmakla birlikte, mineral madde içeriği daha düşük olur.

Çayır ve mer'aların botanik bileşimi o alandan elde edilecek yemin değerini geniş ölçüde etkiler. Bu nedenle çayır-mer'adan alınan örnek içerisindeki otlar iyi (İ), orta (O), fena (F) ve zararlı (Z) diye dört gruba ayırdıktan sonra yüzde oranları aşağıdaki eşitliğe yerleştirilerek oransal yem değeri hesaplanır.

$$\text{Yem Değeri} = \dot{I} + \frac{1}{2} O + \frac{1}{4} F - 2Z$$

Bu eşitlikten elde edilen yem değeri örneğin 70 ise, bunun anlamı "ele alınan yemin değeri, %100 değere sahip iyi bir otun %70'i" kadar demektir. Çayır ve mer'aların botanik kompozisyonu zaman içerisinde değişebilir. Bu nedenle yem değerinin en geç yılda bir kez hesaplanması gerekir.

Gölgede yetişen bitkileri hayvanlar isteyerek yemezler. Bunun yanı sıra lağım suları ile sulanan çayırları ve su basan çayırları da severek yemezler.

Yem içerisinde bulunan zararlı ve zehirli maddeler (zehirli bitkiler, zararlı olan yabancı ot tohumları, böcek, küf, mantar, mikotoksinler vb.) yemin değerini düşürür ve hatta kullanılamaz hale getirebilirler.

Yem içerisinde, yemin türüne göre doğal olarak bulunan beslemeyi engelleyici unsurlar da yemin değerini ve kullanılabilirlik düzeyini düşürür.

3.2.2. Yemlerin Saklanma Aşamasında Etkili Olan Faktörler

Daha önce de belirtildiği gibi otlatılarak hayvanlara yedirilen yemler dışında kalan bütün yemler kısa veya uzun süre saklandıktan sonra hayvanlara verilir. Mer'a otları, hayvanlar tarafından koparıldığı anda değerinden hiçbir şey kaybetmeden yenir. Ahırda yedirilen yemler yeşil ve taze olsalar bile ahıra gelinceye kadar besleme değerlerini bir ölçüde yitirirler. Yaş olarak bir süre bırakılmışlarsa canlı hücrelerin normal solunumu ile

ısıyınma meydana gelir, bunun sonucunda bitki üzerinde mikroorganizmaların çoğalması için uygun ortam sağlanmış olur. Bu şekilde kızışmış yeşil yemler hayvanın midesinde zararlı fermantasyona neden olabilir. Yeşil yemlerin biçimden hemen sonra ya da pörsütüldükten sonra verilmesi de besleme değerinde farklılıklara neden olur.

Kuru yemlerin saklanması sırasında nem ve sıcaklık etkisi ile bazı besin maddeleri zarar görebilirler. Depolanan yem yeterli ölçüde kuru değilse küflenme, kızışma ve yanma gibi nedenlerle zarar görebilir. Bu zararın düzeyine bağlı olarak yemin besleme değeri ve rasyonda kullanım miktarı düşer. Diğer taraftan bazı tane yemlerin hasattan hemen sonra hayvana verilmesi halinde görülen zararlar birkaç aylık dinlenme devresinden sonra görülmemektedir.

3.2.3. Yemlerin Kullanılma Aşamasında Etkili Olan Faktörler

Yemlerin kullanılış biçiminin hayvanların yemden yararlanması ya da diğer yemlerin neden oldukları zararların önlenmesi bakımından etkisi vardır. Nitekim arpa, buğday gibi tane yemler atlara tek başına verildiğinde koliklere neden oldukları halde, bu yemlerle birlikte bir miktar kuru ot, öğütülmüş yulaf, buğday kepeği gibi hacimli yemler verildiğinde bu olumsuzluk büyük ölçüde önlenir. Bazı yemler (bakla, burçak, fiğ, pelit gibi) kabız yapıcı, bazıları da (pancar, pancar yaprağı, melas gibi) ishal yapıcı etkiye sahiptirler. Bu tür ters etkili yemler karışık olarak verildiğinde ishal ve kabızlık gibi olumsuzluklar ortadan kalkar.

Hayvanlara verilen günlük yem miktarı ile kaba-yoğun yem oranının da yemden yararlanma üzerine etkisi vardır. Hayvanın tükettiği günlük kuru madde miktarının az olması, yemin sindirilme derecesini bir ölçüde artırır. Nitekim hayvana gereğinden fazla yem verilmesi ve aynı zamanda rasyonda fazla miktarda yoğun yem bulunması halinde rasyonun sindirilme derecesi düşer.

Yem bitkisinin tazesinin sindirilme derecesi, kurutulmuş olana göre daha yüksektir. Çünkü, aynı bitkinin kuru otunun geviş getirme ve sindirim organları arasında taşınması için daha fazla enerji gerekir.

3.2.4. Yemlerin İşlenmesiyle İlgili Faktörler

Bir kısım yemler hasat edildikten hemen sonra, bazıları ise bir süre saklandıktan sonra kullanılırlar. İster hasat edildiği sırada kullanılacak olsun, isterse bir süre saklandıktan sonra yedirilecek olsun, bazı yemler hayvana verilmeden önce çeşitli işlemlerden geçirilirler. Temelde bu işlemlerin uygulanma amaçları; yemin fiziksel formu ve büyüklüğünü değiştirmek, yemi bozulmadan depolamak, yemin bazı yararlı kısımlarını ayırmak, yemin lezzet ve sindirilebilirliğini artırmak, yemin besin madde içeriğini artırmak, yemde bulunan beslemeyi engelleyici faktörleri, zararlı ya da zehirli maddeleri yok etmektir. Bu amaçlara ulaşmak için yeme yapılan işlemler, kuru veya yaş olarak kaba ve yoğun yemlerde farklıdır.

3.2.4.1. Yoğun Yemlere Uygulanan İşlemler

Gerek çoğunlukla insan yiyeceği olarak kullanılması ve gerekse üretimlerinin zor ve pahalı olması nedeniyle yoğun yemlerin hayvan beslemede en iyi şekilde değerlendirilmeleri gerekir. Bunu sağlamak için çok sayıda işleme tekniği denenmiş ve

oldukça başarılı sonuçlar elde edilerek pratiğe aktarılmış durumdadır. Yoğun yemlere uygulanan işlemler kuru, yarı-yaş ve yaş işlemlerdir. Bunlara ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

Eleme

İçerisinde yabancı madde, kabuk ve kavuz bulunan yemler elendiklerinde daha çok sevilerek tüketilirler. Bunu en belirgin olarak elenmiş ve elenmemiş yulaf tüketiminde gözlemlemek mümkündür. Ayrıca eleme işlemi ile kabuk veya kavuzların uzaklaştırılması, yemin sindirilebilirliğini ve besin değerini olumlu yönde etkiler.

Öğütme

Öğütme, en basit ve en ucuz işleme yöntemidir. Öğütme büyük ölçüde çekiçli değirmenlerle gerçekleştirilmektedir. Öğütme ile tane yemlerin değerinde meydana gelen değişmelere ilişkin veriler çelişkilidir. Öğütme sonucunda elde edilen ürünün inceliği, öğütülen yem materyalinin çeşidine, su içeriğine, elek gözenek büyüklüğü ve değirmene akış hızına bağlıdır. Sindirim sisteminin özelliğine göre değişmekle birlikte, öğütmeyle besleme değerinde önemli bir ilerleme sağlanmadığını bildiren bazı araştırmalar vardır. Ancak bugünkü koşullarda yoğun yemlerin hemen yarısından fazlası öğütülerek yem karması haline getirildikten sonra hayvanlara verilmektedir. Karma yem yapılmaya bile tane yemlerin bir kısmı, hayvanın en yüksek oranda yararlanabilmesi için zorunlu olarak öğütüldükten sonra hayvanlara verilmektedirler. Öğütmenin yararları şu şekilde sıralanabilir.

1. Öğütme karma yem yapımına olanak sağlar. Yemler öğütülmeden homojen bir karıştırma yapılamaz.
2. Darı, sorgum, keten tohumu gibi küçük taneli yoğun yemlerin öğütülmeden sığır ve at gibi hayvanlara verilmesi halinde önemli bir kısım sindirilmeden dışkıyla atılır.
3. Çok genç ve yaşlı geviş getiren hayvanlar öğütülmemiş tane yemleri iyi çiğneyemediklerinden yeterli ölçüde sindiremezler. Öğütme ile yoğun yemlerin zor sindirilen selülozlu kabuk kısımlarının sindirilebilirlikleri artar.
4. Öğütme ile yeme daha fazla yüzey kazandırılmış olur. Böylece gerek sindirim sıvılarının gerekse rumen mikroorganizmalarının yeme daha fazla etki etmesi sağlanarak sindirilme derecesi artırılır.

Öğütme derecesi, yani inceliği hayvan beslemede önemli konulardan biridir. Un formuna kadar öğütme midede topaklaşma, gagada yapışmaya, sindirim bozuklukları ve süt yağını azaltma gibi sakıncalar doğurur. Kaba öğütme sonucunda özellikle karma yem yapımında homojen karışım sağlanamaz. Ayrıca, kümes hayvanları karma içindeki iri tanelere daha çok ilgi gösterdiklerinden bunları seçer ve yemin toz kısmına fazla ilgi göstermezler. Böylece tek yönlü beslenme sorunu ortaya çıkar.

Kırma ve Ezme

Kırma ve ezme tane yemlerde öğütmeye benzer bazı ilerlemeler sağlamakla birlikte, kırılmış ya da ezilmiş yemler karma yem yapımında kullanılmazlar. Kırmalar genellikle sığır ve koyun besisinde tek başına veya küspelerle birlikte kullanılır. Kırmanın öğütmeye göre üstünlüğü, biraz daha ucuz olmasıdır. Kuru ezme ile, yem değeri açısından kırılmış ve öğütülmüş materyal arasında bir ürün elde etmek mümkündür.

Patlatma

Özellikle mısır, buğday ve sorguma uygulanan bu işlemde, sıcaklığın etkisi ile endosperm parçalandığından nişasta granüllerinin çatlaması sağlanır. Böylece yemdeki nişasta rumen mikroorganizmaları ve sindirim enzimleri için daha yararlı hale geçer. Mısır, sorgum ve buğdayın patlatılmasından iyi sonuç alınmakla birlikte, arpa ve yulafın patlatılması yem değerlerinde herhangi bir ilerleme sağlamamaktadır. Patlatma genellikle 150°C'da gerçekleştirilmektedir. Tahıl tanelerinin patlama derecesi, tanenin çeşidi, su içeriği ve uygulanan sıcaklık derecesine bağlı olarak değişmektedir. Patlatma en az kırma ve ezme kadar iyi sonuç vermektedir.

Mikronizasyon

Bu işlem, yemlerin üzerine kırmızı ötesi mikro dalgalar göndererek ısıtılmalarından ibarettir. Bunun için seramik plakaları belli bir sıcaklığa kadar ısıtılarak bunların yeme uygulanan kırmızı ötesi ışınları (3×10^6 - 3×10^8 Hz'lik mikrodalgalar) saçması sağlanır. Böylece iyice ısınan yem, suyunu tamamen kaybettiği gibi bir kısmı da patlar. Mikronizasyon işleminde yaklaşık 140-180°C sıcaklıkta sorgum 20 dk., mısır ise 18 dk. tutulur. Bu işlem sonucunda mısır yada sorgumun yaklaşık %30-40'ı patlar. Arpanın ise tohum kabuğunda çatlamalar oluşur. Kullanılan yem patlasa da patlamasa da işlem bitince ezilir veya kırılır. Mikronizasyonun etkisi, patlatmanın etkileri gibi olmaktadır. Buna göre yem tüketimi azalmakta fakat yemden yararlanma yükselmektedir. Ayrıca mikronizasyon, azotsuz öz maddelerin sindirilme derecesini de %20'den fazla artırmaktadır.

Kavurma

Tane yemlerin doğrudan doğruya kuru ateş veya sıcak plakalar üzerinde 150°C'de ısıtılmasıdır. Bu işlem tanelerde genişleme ve genleşmeye neden olmakta, tane yemlerin su içeriğini %5'e kadar indirmektedir. Kavurma işlemi şimdilik sadece dane mısır ve soya üzerinde denenmiş olup, yemden yararlanmada %10-15 dolayında ilerleme sağlamaktadır. Bu işlem ile mısırın kitle yoğunluğunda %15 oranında azalma görülür. Soya danelerine uygulanan kavurma ile tanenin içerdiği beslemeyi engelleyici etmenler yok edildiği gibi soyanın lezzeti de artırılmaktadır.

Peletleme

Öğütülerek karıştırılmış yemlerin, özel pelet bağlayıcılar veya melas katılarak; yüksek sıcaklık, buhar ve basınç altında tavlandıktan sonra rulo yardımıyla ileri sürülüp gözenekli kalıplardan çıkarılması ve kurutulmasına peletleme denir. Peletler kalıp gözenek çapı ve şekline bağlı olarak değişik şekil ve büyüklükte olabilirler. Bu işlemin yem değerini yükselttiğine ilişkin kanıtlar bulunmakla beraber, ekonomik olup olmadığı zaman zaman tartışılmaktadır. Peletleme sırasında nişastanın %16-25'inin jelatinleştiği bilinmektedir. Peletleme, öğütme, sıcaklık, buhar ve basınç işlemlerinin tümünü içerdiğinden yemin besleme değerinde bir ilerleme sağlanmaktadır.

Peletlemenin yemin değerini artırması ve bir birim yemle daha fazla verim sağlaması şeklinde özetlenebilecek yukarıdaki önemli yararları yanında başka yararları da vardır.

1. Peletleme ile karmaya giren tüm yem ve katkı maddeleri birbirine iyice yapıştığından, tavuklar gibi seçici hayvanların karma içindeki bazı yemleri seçmesi önlenir.
2. Peletleme yemlerin enerji değerini yükseltir, gelişmeyi önleyici etmenleri parçalar ve yararlı enzimleri serbest bırakır.
3. Melas ve yağ ile takviye edilerek hazırlandığında yemin lezzetini artırır.
4. Salmonella ve diğer bazı mikroorganizmaları öldürür ve yemlerin daha az böceklenmesini sağlar.
5. Tozlanmayı azaltarak daha temiz çalışma olanağı, taşıma ve kullanmada kolaylık sağlar.
6. Pelet yemler daha az yer kaplar ve peletleme yem saçımını azaltır.
7. Oksidasyona ve güneş ışığına dayanıklılığı artırır. Bu nedenle depolama sırasında içindeki vitaminler geç bozulur.

Peletlemenin bu yararlarına karşın, yemin maliyetini artırması, peletlemede uygulanan sıcaklık nedeniyle bazı besin maddelerinin ve bazı yem katkı maddelerinin aktivitelerinin olumsuz yönde etkilenmesi, kanatlılarda su tüketimini artırdığından ıslak altlık sorununa yol açması ve kanibalizmi artırıcı etki yapması gibi dört önemli sakıncası olduğu da bilinmektedir.

Genleştirme ve Jelatinizasyon

Yemlerin veya hammaddelerinin geliştirilmesi, yemlerin sindirilebilirliği ve hayvan beslemede kullanımının daha uygun hale getirilmesi açısından çok önemlidir. Özellikle balık yemlerinin suya batmadan su yüzeyinde veya suyun içinde zemine düşmeden kalabilmesi son derece önemlidir. Bu nedenle yemin özgül ağırlığının çok iyi dengelenmesi ve balıkların en üst düzeyde yemden yararlanabilmesi için uygun oranda jelatinizasyonun sağlanması gerekir. Yine, özel şekillerde üretilen kedi-köpek mamalarının üretiminde de jelatinizasyon, genleştirme ve şekil verme işlemlerinin aynı anda yapılması istenir. Tüm bu işlemler ancak amaca uygun sistemlerin kullanımı ile mümkündür.

Genleştirme işlemi için günümüzde yaygın olarak kullanılan sistem; ekspander ve onun daha gelişmiş versiyonu olan ekstrüzyondur. Özellikle tam yağlı soya ve balık yemi üretiminde kullanım alanı bulan ekspander sistemde, bir namlu içinden sıcak ve basınç uygulaması çok dar bir çıkış ağzından geçirilen yemler geliştirilerek hacimsel büyüklük kazandırılmakta ve gerekirse buradan peletleme presine aktarılarak pelet görünümü almaları sağlanmaktadır. Ekstrüzyon işlemi, kelime manası ile bir maddeyi zorla itip dışarı çıkarma işidir. Aslında bu işi gören makinelerin çalışmasındaki temel prensip, işlenen materyale belirli sıcaklığın uygulanmasıdır. İkinci derecede de materyalin fiziksel yapısının amaca uygun duruma getirilmesidir. 1960'lı yıllarda hayvan yemlerindeki beslemeyi engelleyici faktörleri inaktif duruma getirmede bir metot olarak kullanılmaya başlanan ekstrüzyon, son yıllarda geniş oranda uygulama alanı bulmuş ve çok yaygınlaşmıştır. Ekspander veya Ekstruderla işlemenin yem nişastasında jelatinizasyonunu sağlayarak yemlerin sindirilebilirliğini ve lezzetini artırdığı, yağlı tohumlardaki anti-besinsel faktörlerin yıkımını sağladığı ve yem kalitesini artırdığı kesin kabul görmüş bir gerçektir.

Islatma-Pişirme

Tane yemlerin yedirilmeden 12-24 saat önce ıslatılması öteden beri bilinen ve bizde de uygulanan bir yöntemdir. Bu işlem, tanenin endospermini ve mumsu çeperini yumuşatarak yemin lezzet kazanmasını ve böylece yemin daha fazla tüketilmesini sağlar. Islatma sırasında bazı bakteriyel faaliyetler oluştuğu için ıslatma ile rumen fermantasyonuna yardımcı da olunur. Ancak ıslatmanın yem değerini artırdığına dair bulgular son derece yetersiz düzeydedir. Tane yemlerin ıslatılarak verilmesi halinde domuzlarda canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanmanın %5 arttığı, bu artışın yem değerindeki artıştan çok yemin tozlanmasının engellenmesinin sonucu olduğu bildirilmektedir. Ayrıca sorgumu kısa süreli ıslatmanın sığırlarda olumlu etkisinin olmadığı da saptanmıştır. Öte yandan, kanatlı beslenmesinde kullanılacak arpanın önceden ıslatılıp kurutulması ile arpanın sindirilebilirliğinin ve besleme değerinin artırılacağı saptanmıştır. Ancak, ıslatma işlemi küçük işletmeler için ekonomik olabilir. Islatılan yemlerin özellikle sıcak iklimlerde çabuk ekşimesi önemli bir dezavantaj olduğundan büyük işletmeler için ıslatma pek uygun değildir.

Buğulayıp Ezme

Tane yemlerin ezmeden buğulanmaları bazı ülkelerde çok eskiden beri uygulanan bir yöntemdir. Ancak, eskisi kadar yaygın olmayıp, yavaş yavaş terk edilmektedir. Buğulamanın kırma ve ezmeye göre fazla bir üstünlüğü de yoktur. Bu nedenle, buhardan geçirip ezme yerine son zamanlarda ince tabaka haline getirilerek mısır gevreği, arpa gevreği gibi ürünler elde edilmektedir.

Gevrek yapımında dane yemler bir kazanda buharla belli bir süre (yaş ezme için 3-5 dakika, **flake** yapmak için 15-30 dakika) buğulandıktan sonra ezilmektedir. Nemi yüksek olan ezilmiş madde ince bir tabaka haline getirilip kurutulularak belli irilikte kırılır ve tüketime hazır hale getirilir. Gevrek yapımı özellikle mısır ve sorgumda önemli ilerlemeler sağlamakla beraber, buğday ve arpada fazla etkili olmamaktadır. Ayrıca gevreğin incesi kalınından daha iyi sonuç vermektedir. Bu inceltme ile yem değerinde sağlanan artış, kazandırılan yüzey artışından çok, endosperm hücrelerinin duvarlarının parçalanmasından ve nişasta granüllerinin yapılarının değiştirilmesinden ileri gelmektedir.

Fermantasyon

Doğal olarak %25-30 nem içeren tane yemler veya su içerikleri %25-30 oluncaya kadar su ile ıslatılan tane yemler 20 gün havasız bir ortamda bekletilerek fermantasyona tabi tutulurlar. Ruminant yemlerinde lezzet ve/veya nem artışı için **fermente mısır** kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bazen tane yemlerin fermantasyondan önce kırıldıkları görülürse de bu işlemin yemin değerine olumlu bir etkisi yoktur. Fermantasyon sırasında üstte kalan yemlerin bozulmasının önlenmesi gerekir. Bunun için fermantasyonun metal silindirik silolarda yapılması ve hava almaması için yemin üzerinin plastikle kapatılması önerilmektedir.

Bu işlem ile fermantasyon sırasında oluşan endojen enzimlerin tane yemlerin özellikle çözünebilir protein düzeyini artırdığı ileri sürülmektedir. Nitekim sorgumun fermantasyonunun sığırlar tarafından protein başta olmak üzere besin maddelerinin sindirilme derecesini artırdığı saptanmıştır. Fermente edilmiş sorgumu domuzların da

yüksek düzeyde sindirdikleri; ancak fermentasyon ile protein kalitesinin düştüğü bildirilmektedir.

Çimlendirme

Tane yemlerin sıcaklık ve nemi ayarlanabilen özel depolarda 5-6 gün süreyle çimlendirilmesi, gerek yurt içi gerekse yurt dışında büyük reklamlarla tanıtılmaya çalışılmış; ancak bu işlemin besleme değerinde herhangi bir artış sağlamadığı anlaşılmıştır. Aksine, çimlendirmenin önemli düzeyde besin maddesi kaybına neden olduğu ve bu kayıpların kuru madde için %25, sindirilebilir protein için %13'e ulaştığı saptanmıştır.

Alkalilerle İşleme

Tahıl tanelerine sodyum hidroksitin püskürtülmesi veya tanelerin sodyum hidroksit ile ıslatılması sonucunda dane çeşidine bağlı olarak yaklaşık %2.5-4 sodyum hidroksit içeren ürün elde edilir. Sodyum hidroksit nişasta granüllerinin şişmesine neden olarak, tohum kabuğunun parçalanması ve nişasta granüllerinin kısmen jelatinleşmesini sağlamaktadır. Sodyum hidroksit dışında amonyak gibi alkalilerle de tahıl taneleri işlenmektedir. Ancak amonyak, yemin besleme değerinin artırılmasından ziyade yemin korunmasını, yani tahıl danelerinde küflenmenin önlenmesini sağlamaktadır.

Asitlerle İşleme

Su içeriği yüksek tahıl tanelerine asetik asit ve propiyonik asit gibi organik asit ve/veya tuzları katılarak küf ve mantarlardan veya olumsuz fermentasyondan korunmaları sağlanmaktadır. Bu nedenle asitlerin tahıl tanelerinin besleme değeri üzerinde kimyasal etkide bulunmaktan çok, koruyucu işlevleri vardır. Ancak asitlerin tahıl tane yemlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde az da olsa olumlu yönde etkili oldukları ileri sürülmektedir.

3.2.4.2. Kaba Yemlere Uygulanan İşlemler

Hayvanlar yedikleri yemleri, sindirim sularının kolayca içine işlemesi için çiğnemek zorundadırlar. Bu nedenle hayvanların çiğnemesine yardımcı olmak ve yemden yararlanmayı artırmak ve özellikle kaba yemleri yemelerini kolaylaştırarak yemi arttırmalarını engellemek amacıyla yemler bazı işlemlerden geçirilirler. Kaba yemlere uygulanan işlemler; fiziksel ve kimyasal işlemler olup pek çoğu yaygın olarak uygulanmaktadır.

Kuru Doğrama

Kuru ot, sap ve saman gibi kaba yemlerin doğranmaları ek yük ve masraf getirmektedir. Ancak özellikle kuru otun doğranması, yem saçımını önemli ölçüde azaltmaktadır. Açık ahır sisteminde olduğu gibi bol kuru ot kullanılan durumlarda ot saçımı çok büyük boyutlara ulaşır. Bunu önlemenin en etkin yolu, otları hayvanlara doğrayarak vermektir. Bunun yanı sıra hayvanlar bazı kaba yemlerin sert kısımlarını yiyemeyecekleri için artıracaklardır. Ayrıca doğrama bazı yemlerin tüketimini ve sindirilme derecesini arttırmaktadır. Doğramanın getirdiği ek yük ve masraf ile yararlarını karşılaştırarak doğranıp doğranmayacağına karar vermek gerekir.

Yaş Doğrama

Çayır-mer'aların otlatılmasından çok biçilerek taze olarak yedirilmesi görüşü giderek ağırlık kazanmaktadır. Özellikle süt sığırcılığı yapan işletmeler için bu çok önemlidir. Yüksek verimli sağmal ineklerin dengeli beslenmeleri zorunlu olup, hayvanların tüm besin madde gereksinimlerinin karşılanması gerekir. Dolayısıyla böyle bir hayvanın ne yediği ve ne kadar besin maddesi tükettiğinin iyi bilinmesi gerekir. Otlatılan hayvanların mer'adan ne kadar besin maddesi kaldırdıklarını doğru olarak tahmin etmek zordur. Böylece bu hayvanların ne kadar ek yeme gereksinim duydukları sağlıklı bir şekilde saptanamaz. İşte bu sakıncayı gidermek amacıyla, yüksek verimli sağmal ineklere yazın çoğu kez çayır-mer'a otları biçilerek taze olarak verilmeye çalışılmaktadır. Biçimden hemen sonra yeşil olarak verilse bile, otlarda biraz besin maddesi kaybı olur. Ancak bu kayıplar çok fazla değildir. En önemli kayıplar, hayvanların yeşil yemlerin bir kısmını seçip saçmalarından kaynaklanır. Bu iki kaybı önlemek için yeşil yemlerin doğranarak verilmesi önerilmektedir.

Öğütme

Kaba yemler daha çok büyük besi işletmelerinde öğütülerek kullanılır. İster tek başına verilsin, isterse karmaya sokulsun, öğütülmüş kaba yemler otomatik yemleme yapılan işletmeler için daha uygundur. Bu işletmelerde kaba yemler öğütülerek yem saçımı önlediği gibi, karışım içerisindeki kaba yemlerin sevilmeyen kısımlarının değerlendirilmesi sağlanır. Nitekim kuzularla yapılan bir denemede, kuru ot olduğu gibi verildiğinde yem saçımı %16.2 olduğu halde, öğütülerek verildiğinde bu değer %2.4 düzeyinde kalmıştır.

Öğütme, tozlanmaya neden olmayacak şekilde olmalıdır. Öğütülen kaba yem tek başına yedirilecekse 2.5-5 cm, yem karmasına sokulacaksa 1-2 cm uzunlukta olmalıdır. Öğütmeden önce taşıma ve öğütme sırasında tozlaşma yoluyla meydana gelen kayıplar oldukça yüksektir. Bu nedenle tozlaşmayı önlemek için, öğütmeden önce kaba yemlere %1 kadar yağ, melas yada bir miktar su püskürtülmektedir. Yağ ve melas püskürtme işlemi kaba yemin sindirilebilirliğini ve böylece değerini de yükseltmektedir.

Kaba yemlerin un gibi çok ince öğütülmesi doğru değildir. Özellikle geviş getiren hayvanlar çok ince öğütülmüş kaba yemden olumsuz yönde etkilenirler. Çok ince öğütülmüş yem zerreleri rumenden hızla geçerek sindirim sisteminin aşağı kısımlarına gittiğinden selülozun bakteriyel fermantasyonu tamamlanamamaktadır. Böylece yemlerdeki selülozun sindirilme derecesi düşmekte, selüloz ve benzeri bileşiklerin çoğu sindirilmemiş olarak dışkı ile dışarıya atılmaktadır. Bunun sonucunda rumen mikroflorası hızla değişerek rumende normalden farklı oranlarda uçucu yağ asitleri oluşmakta ve süt yağı yapımında kullanılan asetik asitin sentezi azalmaktadır. Asetik asit sentezinin azalması ise süt yağı oranının düşmesine neden olmaktadır.

Küp ve Pelet Yapma

Kaba yemlerin peletlenmesi olumlu sonuçlar veren bir işlemdir. Özellikle düşük kaliteli otlarda bu işlem (özellikle melas katkısı ile yapılacak olursa) yem değerini önemli düzeyde arttırabilmektedir. Ayrıca peletleme kaba yemleri 6-8 kez küçülttüğü için depolamada tasarruf sağlanmaktadır. Kaba yemlerin peletlenmesi ile yoğun yemlerin

peletlenmesinden sağlanan diğer tüm yararlar sağlanmaktadır. Çünkü peletleme işleminin içerisine öğütme, sıcaklık, basınç ve buğulama yani tavlama girmektedir.

Kaba yemin kalitesi arttıkça peletlemeden sağlanan ilerleme daha az olmaktadır. Bununla birlikte saman gibi çok düşük değerli yemlerin peletlenmesi de ekonomik yarar sağlayacak bir ilerleme sağlamamaktadır. Buna karşın orta ya da biraz daha düşük kaliteli kaba yemlerin peletlenmesi ekonomik olmaktadır. Ancak, burada belirtilmesi gereken önemli bir nokta, rasyonlara özellikle %30'dan fazla yoğun yem sokulduğunda kaba yemleri peletlemenin önemli bir yararı olmamaktadır.

Kaba yemleri peletlemenin bir başka şekli de "Küp" olarak tanımlanabilecek oldukça iri pelet yapımıdır. Küpler genellikle 3x3x3 cm ya da 4x4x4 cm boyutlarında olur. Bunların yapımında otların doğranması zorunludur. Uygulamada, hasat edilen ot %90 kuru madde içerecek şekilde kurutulur, doğranır ve ıslatılarak suyu %14-15'e kadar yükseltildikten sonra peletlenir.

Pratikte başta yonca olmak üzere çeşitli baklagiller küp yem haline getirilmektedir. Küp yemlerle sağlanan ilerleme normal peletler kadar yüksek olmamaktadır. Bu durum, küp yapılacak yemlerin iri doğranmasından ileri gelmektedir. Peletlemede yemler ne kadar küçük parçalara ayrılırsa ilerleme de o oranda yüksek olmaktadır.

Gerek pelet, gerekse küp yapılan kaba yemler, süt ineklerinin süt yağı oranının önemli ölçüde azalmasına neden olmaktadır. Bu yemleri süt ineklerine verirken bu durumun göz önüne alınması gerekmektedir.

Basınç Altında Kaynatma ve Buğulama

Özellikle 1970'li yıllarda odun talaşı, tahıl samanları, mısır sap ve koçanları gibi kalitesiz kaba yemlerin yüksek basınç altında kaynatılması ya da buğulanması üzerinde durulmuştur. Bu yöntem yüksek sıcaklık ve buharın hidrolitik etkisi ile kimyasal bağları parçalayarak kaba yemin sindirilme derecesini artırması esasına dayanmaktadır. Kaynatma ve buğulamanın etkisi ile kaba yemin bünyesinde;

- a) Asetik asit, fenolik asit, diğer asitler ve fenolik asit türevleri açığa çıkmaktadır,
- b) Hemiselülozun kısmen parçalanması sağlanmaktadır,
- c) Koşullara bağlı olarak %1-20 kuru madde kaybı olmaktadır.

Yöntemin başarısı uygulanan basınç miktar ve süresi ile uygulanan sıcaklığın derecesine bağlı olarak değişmektedir. Yaklaşık 20-30 kg/cm² basınç altında kaba yemin 1-1.5 dakika süre ile kaynatılması yada haşlanması yeterli olmaktadır. Basınç altında kaynatma ve buğulama ile odun talaşının kuru madde sindirilme derecesinin %48.4 ve buğday samanının sindirilme derecesinin ise %64'e ulaştığını gösteren araştırma bulguları vardır. Ancak, yöntemin uygulanması için özel alet ve ekipmana gereksinim duyulması, enerji masrafının çok yüksek olması gibi nedenlerden dolayı özellikle tarım işletmeleri düzeyinde uygulanma şansı çok düşüktür.

Melaslama

Melas, tatlı lezzeti ve uygun mineral madde içeriği ile saman, kuru ot ve küspe gibi yemlerle karıştırıldığında yemin daha fazla sevilerek tüketimini sağlar. Özellikle saman ve

kuru otun enerji eksiklikleri bununla tamamlanır ve enerji değeri yükseltilmiş olur. Melasın bu amaçla kullanılması için önce 1/3-1/4 oranında sulandırılması gerekir.

Tuzlama

Hayvanlar özellikle kış aylarındaki fazla kuru ot ve saman tüketimiyle vücutlarına fazla miktarda potasyum aldıklarından bunun sodyumla dengelenmesi gerekir. Bu amaçla kullanılacak en uygun kaynak tuzdur. Yem üzerine serpilene tuz, sodyuma duyulan gereksinmeyi karşıladığı gibi yemin lezzetini de artırır.

Alkalilerle İşleme

Sindirilme derecesi düşük kaba yemlerin sindirilme derecesinin artırılması amacıyla değişik alkalilerle işlenmesinde, farklı yöntemler kullanılmaktadır. Sodyum hidroksit, sulu ve susuz amonyak, üre vb. alkalilerle sindirim derecesi düşük kaba yemlerin işlenmesinde ne tip bir yöntem seçileceği tamamen işletme imkanlarına bağlıdır. Hangi yöntem uygulanırsa uygulansın kaba yemin sindirilebilirliğinde önemli sayılabilecek ilerlemeler sağlanması mümkündür. Ancak belirlenen yöntemin usulüne uygun yapılması zorunludur. Aksi takdirde beklenen ilerlemenin sağlanması güç olacaktır. Sodyum hidroksitle işleme, yaş, yarı yaş veya kuru olarak uygulanabilir. Bu konuyla ilgili detaylı bilgiler "**Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi**" ders notunda verilmektedir.

Asit ve Diğer Kimyasal Maddelerle İşleme

Alkaliler dışında kaba yemlerin işlenmesinde kullanılan başka kimyasallar da vardır. Bunlar; sülfirik asit, kalsiyum oksit, kalsiyum hidroksit, potasyum hidroksit, kükürtdioksit, sodyum karbonat, ozon ve klordioksittir. Bu kimyasallardan çok azı bugün uygulamada kullanılmaktadır. Araştırmacılar kalsiyum oksit ve kalsiyum hidroksit üzerinde ağırlıklı olarak durmuşlardır. Ancak bu iki kimyasalın kaba yemlerin sindirilme derecesini artırmada sodyum hidroksit kadar etkili olmadıkları görülmüştür. Potasyum hidroksit, sodyum hidroksit kadar etkili olmakla birlikte, fiyatının yüksek olması kullanımını sınırlamaktadır. Kükürtdioksit ve sülfirik asidin de kaba yemlerin sindirilme derecesini arttırmada oldukça etkili oldukları saptanmıştır. Ozon ve klordioksit gibi kimyasallarla ilgili araştırma çalışmaları ise halen sürdürülmektedir.

Mikrobiyolojik veya Biyoteknolojik İşlemler

Düşük kaliteli kaba yemlerin mikrobiyolojik işlemle geçirilerek besleme değerlerinin artırılması henüz araştırma aşamasında olup, pratik uygulamaya aktarılmamıştır. Ancak mikrobiyolojik işlem gelecekte en fazla uygulama alanı bulmaya aday bir yöntemdir. Bu yöntem kaba yemlerin içerdiği ligninin mikroorganizmalar (fungus (örn: *Aspergillus oryzae*) veya bunlardan elde edilen ligno-selüloolitik enzimler) tarafından tüketilerek selülozun serbest hale getirilmesi esasına dayanır.

Konuyla ilgili bir çalışmada buğday samanı üzerine *Pleurotus* türü (*Pleurotus florida*, *Pleurotus ostreatus*, ve *Pleurotus sajor-caju*) mantarların ekimi yapılmış, muamele edilmeyen samana oranla özellikle *Pleurotus florida* ekimi ile samanın sindirilme düzeyinin yaklaşık %20, ham protein içeriğinin %40, ham yağ içeriğinin %7, azotsuz öz madde içeriğinin %14 düzeyinde artırılacağı ve ham selüloz içeriğinin ise %20 düzeyinde azaltılacağı saptanmıştır. Mikrobiyolojik işlemlerin uygulamaya aktarılabilmesi için üzerinde daha ayrıntılı çalışmalarının yapılması ve pratik uygulama olanaklarının geliştirilmesi gerekmektedir.

3.2.5. Yemlerin Sindirilebilirliği ile ilgili Faktörler

Yemlerin besleme değeri, sindirilebilirliği ile yakın ilişki içindedir. Yemlerin sindirilebilirliği ise çok değişik faktörlerin etkisi altında değişim gösterir.

3.2.5.1. Hayvanın Türü

Sindirim sistemi ve fizyolojisi bakımından çiftlik hayvanları geviş getirenler ve tek mideliler olmak üzere iki ana grupta toplanabilirler. Bu nedenle geviş getirenler ile tek mideliler aynı yemi farklı derecelerde sindirirler. Hatta bu açıdan geviş getirenlerin kendi aralarında da farklılıklar vardır. Yemlerin sindirilme derecesi açısından hayvanlar arası farklılığa neden olan en önemli unsur, sindirim sistemi uzunluğu ve yemin ham selüloz içeriğidir. Ham selülozu az olan yemler bütün hayvanlar tarafından birbirine yakın oranlarda sindirilmektedir. Ham selülozu yüksek olan yemleri ise en iyi sindiren geviş getiren hayvanlardır. Bunları sırasıyla at, eşek, tavşan ve domuz izler. Kanatlı hayvanlar selülozu hemen hemen hiç sindiremezler. Aynı türün değişik ırkları arasında, yemleri sindirme açısından önemli bir farklılık yoktur.

3.2.5.2. Hayvanın Yaşı

Yemlerin sindirilebilme derecesi üzerine önemli düzeyde etkili bir diğer etmen de yaştır. Özellikle geviş getiren hayvanlarda, yaşa ve besleme şekline bağlı olan sindirim sisteminin gelişimi, yemlerin sindirilme derecesini büyük oranda etkiler. Erken yaşlardaki geviş getiren hayvanlarda ön mideler tam gelişmediğinden selülozun sindirimi oldukça zordur. Rumenin gelişimine paralel olarak bu hayvanlarda selülozun sindirimi derecesi de yükselir. Tek mideliler sınıfında incelenen kanatlı hayvanlarda ise erken yaşlarda (ilk 2 hafta) yağın, özellikle doymuş yağların, sindirimi, safra ve lipaz aktivitesindeki yetersizlik nedeniyle oldukça düşük düzeydedir. Ancak hayvanın yaşı ilerledikçe, sindirim sistemi aktivitesinin normal seyrine kavuşması nedeniyle yağların sindirimi kolaylaşır.

3.2.5.3. Yemin Bileşimi

Yemin besin maddeleri bileşiminin sindirilme derecesine küçümsenemeyecek etkileri vardır. Geviş getiren hayvanların rasyonlarına giren yemlerin kolay çözünebilir karbonhidratlar bakımından zengin olmaları, kuru madde ve organik maddelerin sindirimini olumsuz yönde etkiler. Bu durumda rumen mikroorganizmaları selülozu bırakıp kolay sindirilebilir karbonhidratlara hücum etmekte ve böylece hem selülozdan hem de etrafı selülozla çevrili hücrelerdeki besin maddelerinden yeterli ölçüde yararlanamamaktadır. Çünkü ortamda yüksek düzeyde bulunan kolay sindirilebilir karbonhidratlar nedeniyle rumen pH'sı çok aşağılara düşer ve bu ortamda selülozu sindirebilen bakterilerin etkinliği kaybolur. Bu durum kolay çözünebilir karbonhidratlarla selülozun "**negatif birliktelik etkisi** (negative associative effect)" olarak da anılır. Öte yandan, ortamda bulunan belirli miktardaki kolay çözünebilir karbonhidratlar selülozun sindirimini uyarabilir. Çünkü kolay çözünebilir karbonhidratlar rumen içi mikroorganizma faaliyetini uyaracağından, selülozun sindirilebilirliğini de olumlu yönde etkilenir. Buna da "**pozitif birliktelik etkisi** (positive associative effect)" adı verilir.

Bir yemin protein içeriğinin yüksek olması, kolay çözünebilir karbonhidratların tersine sindirime olumlu etki yapar. Protein düzeyinin düşük olması halinde, mikroorganizma faaliyetleri azalmakta ve dolayısıyla yemin sindirilme derecesi düşmektedir. Ancak gerek metabolik olaylar ve gerekse ekonomik açıdan protein

düzeyinin aşırı derecede yüksek olması da istenmez. Protein çözünürlüğünün yüksek olması ise tek mideliler için yararlı olduğu halde, geviş getirenler için iyi değildir. Kolay çözünebilir proteinler, rumende mikroorganizmalar tarafından hızla amonyağa parçalanarak amonyak formunda büyük azot kayıpları meydana gelmekte, kanda ve sütte üre azotu artmakta, süt peynir randımanı ve süt kalitesi düşmekte, ileri dönemde kısırılığa neden olmaktadır.

Yeme lezzet ve tat veren çeşni maddelerinin sindirim üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı; ancak hayvanların iştahını açması nedeniyle daha fazla yem yemelerini sağladığı saptanmıştır. Ancak kanatlı beslemede kullanılan enzim, organik asit vb. sindirime yardımcı yem katkı maddelerinin yemlerin sindirilebilirliğini ve bağırsak sağlığını iyileştirdiğine dair pratik bulgular mevcuttur. Bu konuyla ilgili detaylı bilgiler ilgili konularda verilecektir.

3.2.5.4. Yemlerin İşlenmesi

Önceki konuda verilen yemlerin işlenmesiyle ilgili tüm faktörler, temelde etkilerini yemlerin sindirilebilirliklerini ve/veya besleme değerlerini artırmak suretiyle gösterirler. Bu nedenle, yemlerin işlenmesiyle ilgili yem değerini etkileyen tüm faktörler, yemlerin sindirilebilirliğini etkileyen faktörler olarak da kabul edilirler.

3.2.5.5. İklim Koşulları

İklim, yemlerin sindirilebilirliği üzerine dolaylı olarak etkilidir. Yağışı az alan bölgelere nazaran yağışın fazla olduğu bölgelerde vejetasyonun uzun sürmesi nedeniyle bitkilerin besin madde içerikleri daha yüksektir. Ancak fazla yağış alan bölgelerde bitkiler suca çok daha zengin olduklarından besin maddelerince oransal olarak fakirdirler.

Yemler hakkında daha fazla bilgi edinebilmek için yemlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile biyolojik yarayışlılıklarının bilinmesi lazımdır. Bunun için uygun alet ve ekipmanlarla donatılmış yem analiz laboratuvarı ve özel analiz üniteleri gerekir.

Yemlerin değerinin belirlenebilmesi için yapılan analizler şu şekilde sıralanır;

1. Fiziksel Analizler: Yemin dış yapı özelliklerine bakılarak değerlendirilmesini kapsayan analizlerdir. Saflık, irilik, sertlik, renk, koku, 1000 dane ağırlığı, bozulma gibi özellikleri incelenir.

2. Kimyasal Analizler: Yemin besin madde içeriğinin belirlenmesi için birtakım kimyasallar kullanılarak yapılan analizlerdir. Protein analizi, yağ analizi, ADF, NDF analizi vb. gibi

3. Biyolojik Analizler: Sindirim ve metot denemeleri gibi hayvanlar üzerinde yürütülen özel denemeler biyolojik analizlerdir.

4.1. YEM ANALİZ LABORATUVARI

Laboratuvarda kullanılan her türlü kap, küçük aletler, maşalar, koşullara uygun özel dolaplarda saklanması gerektiği için laboratuvar bu amaca özel hazırlanmalıdır. Laboratuvar masaları asit ve alkali maddelerden kolaylıkla etkilenmeyen ve ısıya dayanıklı kolay temizlenebilen malzemelerden yapılmış olmalıdır. Yemlerin bir takım fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenebilmesi için laboratuvarda bulunması gereken alet ve ekipmanlar ile malzemelerin belli başlıları aşağıda sıralanmıştır.

4.1.1. Laboratuvar Alet ve Ekipmanları

- | | |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1. Hassas laboratuvar terazisi | 12. Vakum/Hava motoru |
| 2. Büyüteç, Mikroskop | 13. Isıtıcı |
| 3. Hektolitire kabı | 14. pH metre |
| 4. Hızlı nem ölçer | 15. Santrifüj |
| 5. Değirmen | 16. Spektrofotometre |
| 6. Kurutma dolabı | 17. pH metre |
| 7. Yakma fırını | 18. Aminoasit analizer |
| 8. Eter Ekstraktör | 19. Gaz kromatografi |
| 9. Kjeldahl cihazı | 20. Saf su aygıtı |
| 10. Flame fotometre | 21. Soğutucu ve dondurucu |
| 11. Kalorimetre | 22. Otoklav |

4.1.2. Laboratuvar Malzemeleri

Metal: Çeşitli sehparlar, maşalar, pensler, spatüller, kurutma kapları

Tahta: Pipetlikler, huni sehparları, tüp sehparlar, kap süzme tablaları

Cam: Huniler, cam balonlar, balon jojeler, erlenler, beherler, ölçme silindirleri, pipetler, kavanozlar, desikatör, petri kapları, kjeldahl tüpü

Porselen: Çeşitli havanlar, spatül, süzgeç-ayırma hunileri, porselen kroze

Plastik: Örnek toplama kapları, tıpa, ölçü silindirleri, piset



huni



cam balon



beher



ölçme silindir



balon joje



erlen



otomatik pipet



pipet



kjeldahl tüpü

kapaklı
şişe

desikatör



ayırma hunisi



kroze



porselen havan



piset



pens ve spatula



petri kapları



Maşa

(Not; Tüm malzemelerin temizliği; 3 defa musluk suyu, 2 defa da destile (saf) sudan geçirilerek yapılır. Takiben kurutma kağıdı üzerine veya etüve bırakılarak kurutulur. İyi temizlenmiş cam malzemelerin yüzeyinde su tabakası bulunmaz. Özellikle Petri ve pipet uçları gibi mikrobiyolojik analizde kullanılan malzemeler deterjansız sularla yukarıda belirtildiği gibi yıkanır ve otoklavlanır.

4.1.3. Laboratuvar Ekipmanları

1.Terazi: Alınacak örnek miktarı ve yapılacak analizin hassasiyetine göre çeşitli tiplerde teraziler vardır. Bunlar;

1. Adi terazi (bakkal terazisi)
2. Eczacı terazisi
3. Hassas makro veya mikro analiz terazileri

Mekanik sistemle çalışan hassas makroteraziler 200 g kadar tartım yapmaktadır ve hassasiyetleri 0.1 mg'dır. Yine mekanik hassas mikroterazilerin kapasitesi ise 20 g olup hassasiyeti 0.001 mg'dır. Ancak bugün 200 gr kadar tartım yapabilen ve hassasiyeti 0.001 mg olan digital elektronik teraziler olduğu gibi 10 g'a kadar tartım yapabilen ve hassasiyetleri 0.001 mikrogram olan süper mikroteraziler de vardır.

Ne çeşit terazi olursa olsun, doğru ölçüm yapabilmek ve teraziyi uzun süreli kullanabilmek için belirli noktalara dikkat etmek gerekir. Bu noktalar aşağıda verilmiştir;

1. Terazi sağlam, sallanmayan ve yatay bir masada olmalıdır.
2. Terazinin bulunduğu ortam sabit sıcaklıkta olmalıdır.
3. Terazi her kullanımdan sonra temizlenmeli ve sıfırlanmalıdır.
4. Tartım amacıyla kefeye konulacak kap oda sıcaklığında olmalı ve tartılacak materyal kefenin ortasına yerleştirilmelidir.
5. Tartılacak materyal özel pens veya maşalarla terazinin kefesine yerleştirilmelidir.
6. Terazeye ağırlık yüklenirken düğmeler yavaşça çevrilmelidir.
7. Terazide tartılacak materyal yerleştirildikten sonra terazinin cam kapakları kapatılmalıdır.
8. Tartma işlemi bittikten sonra ağırlıklar boşaltılmalı ve terazi sıfırlanmalıdır.

2. Kurutma Dolabı (Etüv): Bunlar istenilen sıcaklığa ayarlanabilen otomatik sisteme sahip çeşitli şekil ve kapasitelerdeki aletlerdir. Kuru madde ve su miktarını belirlemek, sulu yemleri ön kurutmaya tabi tutmak ve analizleri için gerekli olan kurutmayı sağlamak için kullanılır.

3. Yakma Fırını: Temelde yüksek sıcaklığa dayanıklı rezistanların bulunduğu ve üzerinde yakma kaplarının konulduğu tuğlaları bulunan basit bir fırın sistemidir. Yemlerin organik kısımlarını yakmak amacıyla kullanılır.

4. Eter Ekstraktör: Ham yağ analizinde kullanılır. Söz konusu yem bu alet içinde bir çözücü madde ile işlem görür. Alet 3 bölümden oluşur. En altta ocakların bulunduğu su banyosu, en üstte soğuk su sirkülasyonunu sağlayan soğutma düzeneği, orta kısımda ise yemin çözücü (eter) ile ekstrakte olduğu kısım vardır. Bu sistemde sözü edilen yem kartuş denilen ligninden yapılmış bir kap içinde ekstraksiyon kısmına yerleştirilir.

Bu ekipmanın modernize edilmiş tipleri de son yıllarda kullanıma girmiştir. Tamamen kapalı ekstraksiyon sistemine sahip olan eter ekstraktörler de eter kaçağı önlenmekte, geri kazanım %95'in üzerinde olmakta, daha kısa sürede daha fazla sayıda örnek ham yağ için analiz edilebilmektedir.

5. Kjeldahl Cihazı: Bu alet ham protein analizi için kullanılır. İki kısımdan oluşur;

1. Yaş yakma
2. Destilasyon

Destilasyondan sonra büret yardımıyla titrasyon yapılır ve örnekteki azot miktarı belirlenir.

Yaş yakma kısmında çeşitli hacimlerde kjeldahl balonları veya tüplerinin yerleştirildiği yer ve yakma sonunda balonda veya tüpte oluşan çeşitli gazları dışarı atan sistem ve tüp veya balonları ısıtan ısıtma sistemi vardır.

Destilasyon kısım, yaş yakma sonunda sülfürik asit + amonyum sülfat haline dönüşmüş bütün azotlu bileşiklerin normalitesi belli çözelti içinde tutulduğu kısımdır. Bu kısımda ısıtma, soğutma ve toplama sistemi vardır.

Titrasyon kısmı ise, titrasyonda normalitesi belli çözelti içindeki azot miktarı diğer çözelti ile titre edilir ve renk değişimi aracılığıyla azot miktarı belirlenir.

6. Flamefotometre: Ca, Mg, K, Na gibi mineral maddelerin belirlenmesinde kullanılır.

7. Kalorimetre: Toplam enerji analizinde kullanılır. Sıcaklık değişimine bağlı olarak analiz edilen örneğin toplam enerji değeri belirlenir.

8. Spektrofotometri: Mineral madde veya çeşitli organik maddelerin analizinde kullanılır. Değişik dalga boylarında çalışır. Renk değişimi aracılığıyla ölçüm yapmaktadır.

9. HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi): Sahip olduğu gelişmiş pompa sistemiyle yüksek basınçlara çıkarak, istenilen akış hızında ayırma yapabilen bir kromatografi sistemi olup uçucu olmayan ve sıcaklıkla kolayca bozulabilen maddelerin analizinde kullanılır. Yem, gıda ve vücut sıvılarında düşük konsantrasyonlardaki kimyasal bileşenlerin analizinde kullanılır. Amino asitler, proteinler, nükleik asitler, hidrokarbonlar, karbonhidratlar, ilaçlar, terponoidler, pestisitler, antibiyotikler ve steroidler HPLC de analiz edilen maddelerdendir.

10. Gaz kromatografi (GC): Yandığı veya ısıtıldığı zaman kimyasal özelliği bozulmayan madde tayininde kullanılır. Aminoasit tayini, uçucu yağ asitleri tayini gibi,

11. Near Infrared Reflectance (NIR): Günümüzde yaygın olarak kimyasal reaktifler kullanılarak klasik yaş yöntemlerle yem besin maddesi analizleri yapılmaktadır. Süre ve emek isteyen bu analizle yerine son yıllarda analitik bir yöntem olan NIR yöntemi özellikle yem fabrikalarında, süt ve hububat işleyen tesislerde başarıyla kullanılmaya başlanmıştır. Ancak ilk yatırım maliyeti çok yüksektir. Kalibrasyona ve içerik çeşitliliğine bağlı olarak kısmen güvenilirlik sorunu yaşanabilmektedir. Teknolojik ve bilimsel gelişmeler doğrultusunda ileride bu sistemin çok daha yaygın şekilde kullanılacağı öngörülmektedir.

Bu ekipmanlara ek olarak, laboratuvar olanakları ölçüsünde çok daha detay analizler yapabilen değişik cihazlar eklenebilir.

4.2. LABORATUVARDA YAPILAN ANALİZLER

4.2.1. Fiziksel Analizler

Yemlerin beş duyu organla belirlenebilen özellikleri fiziksel özellikleridir. Fiziksel analizler yemin sertliği, iriliği, partikül büyüklüğü, rengi, kokusu, tadı, sıcaklığı, kaba yemlerde yaprak/sap oranı, rasyonda kaba/kesif yem oranı ve rengine bakılarak belirlenir.

Duyu organları ile yapılan fiziksel analizlerde yemin önce görünüşü incelenir. Rengi, kokusu, tadı incelenir. Mikroskop, büyüteç, elek, terazi gibi malzemeler kullanılır. Mikrobiyolojik incelemelerde ise, yemin yabancı madde, yabancı tohum, zararlı madde, böcek, haşerat bulaşıklığı olup olmadığı tespit edilir. Yem iriliğinin belirlenmesinde elekler kullanılır. Elekten geçiş %'si bulunur. Granül büyüklüğü ve dağılımı için çok daha hassas ölçüm yapan ekipmanlar vardır. 1000 dane ağırlığı için terazide 15 gr yem tartılır ve bu miktar yemdeki dane miktarı sayılır ve oranlama yoluyla bulunur. Ayrıca özel ekipmanlar yardımıyla partikül büyüklüğü ve yem içerisindeki dağılımı da bu kapsamda incelenir.

4.2.1.1. Bazı Yemlerin Fiziksel Özellikleri

Dane yemler: Genellikle buğdaygil ve baklagil dane yemleri diye ikiye ayrılır. Yulaf, arpa, mısır ve buğday gibi dane yemler rasyonda en çok kullanılan dane yemlerdir. Mısır, fiziksel özellikleri kolayca belirlenen bir yem hammaddesidir. Sindirim derecesi yüksektir. İyi bir mısır, açık sarı renkte ve parlaktır. Daima hafif kokuludur, çünkü mısır fazla yağ içerir. Bu yağlar parçalanarak yağ asidi açığa çıkar, koku ağırlaşır ve kesafeti (yoğunluğu) artar. İyi kaliteli mısır %14'den fazla nem içermemelidir. Fazla kırık olmamalıdır.

Yeşil yemler: Taze tam yeşil renk görünümünde bitkiye özgü kokuya sahip olmalıdır. Kötü fiziksel özellikli yeşil yemlerde renk belirleyici bir faktördür. Küf mantarlarıyla bulaşık yemler sarıdan siyaha kadar değişen renkteki lekelerle kaplıdır. Mantarlarla bulaşık yeşil yemler tozumsu maddeyle örtülüdür. Kullanılmaması gerekir. Çiğ, kırağı, yağmur gibi faktörlerden dolayı yeşil yemler çabuk kızılaşmalarından havalandırılmaları şarttır. Bu tür yemlerde ne kadar çok ekşi ve zehirli ot bulunursa o kadar çok değeri düşer.

Kök ve yumru yemler: Bu yemler karbonhidratlarca zengindirler. Toz, toprak, mantar ve çamurla bulaşık olup olmadıkları çimlenip çimlenmedikleri dikkate alınır.

Kuru otlar: Renk en önemli unsurlardan biridir. Kuru otlar tam yeşil görünmelidir. Renk bozukluğu (soluk yeşil veya kahverengi) otların iyi saklanmadığını gösterir. Renginde bozukluk olan kuru ot ıslanmış ve yağmur yemiş olabilir. Koku, kuru otun fiziksel özelliğinin belirlenmesinde önemli ikinci unsurdur. Kendine has hoş kokulu olmalı, otların küf kokması iyi saklanmadığını ve hastalıkla bulaşık olduğunu gösterir. Kuru otun elastikiyet kontrolünde ise iyi bir kuru ot yumuşak ve elastik olmalıdır. Avuç içine alınıp sıkıştırıldığında kırılıp yaprakları ufalanmamalıdır. Bir miktar toz, çamur içerebilir. Toz ve çamur arttıkça değeri düşer. Zehirli bitki içermemelidir.

Silo yemleri: Silo yeminin fiziksel özelliğinin belirlenmesinde renk ve yapı kontrol edilir. Renk zeytin yeşili veya koyu yeşil tercihen bitkiye has renkte olmalıdır. Bozuk silo yeminin rengi çok koyu veya sarımsıdır. Yapısal olarak bitkinin görünümü siloya konulduğu andaki yapıya benzer olmalıdır. Yapısı bozulmuş silo yeminde bitkinin çeşitli kısımları birbirine karışmış kaygan ve yapışkandır. Silo yemi, normal renkte hoş, ekşi aroma, süt asidi kokusunda olmalıdır. Keskin koku siloya hava girdiğini ve sirke asidi

oluşturduğunu gösterir. Silo yeminin kokusu tereyağı asidi şeklinde de olabilir, bu durum istenmez.

4.2.2. Kimyasal Analizler

Yemlerin kimyasal yapıları çok yönlü bir görünüme sahiptir. Bu değişik yapının önemli bir kısmı kimyasal analizlerle belirlenir. Bu özellikleri belirlemede bazı güçlükler vardır. Laboratuvar donanımı gerektirir. Yem değerinin saptanmasında sadece kimyasal analizler yeterli bir bilgi vermez. Yem değeri biyolojik analizlerle de bulunur.

Kimyasal analizler:

1. Kuru madde analizi
2. Ham kül analizi (organik madde tayini)
3. Ham yağ analizi
4. Ham protein analizi
5. Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif (acid detergent fibre, ADF) analizi
6. Nötral Deterjanda Çözünmeyen Lif (neutral detergent fibre, NDF) analizi
7. Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin (acid detergent lignin, ADL) analizi
8. Ham Selüloz Analizi

Bunlar ham besin madde analizleridir. Yani bir yemin temel kimyasal analizleridir. Ham sözcüğü, aynı analiz ile birden fazla maddenin birlikte belirlendiğini ifade etmektedir. Ham protein, gerçek proteinle aynı yöntemle belirlenen ve sadece azot içermesi nedeniyle gerçek proteine benzeyen azotlu maddeleri de içerir. Bu analizler ile yem hakkında bu besin maddelerine bakılarak ilk özet bilgi edinilir. Bu analizlerden kuru madde, ham kül, ham yağ ve ham protein, **Weende** Metodu'na göre yapılır. ADF, NDF, ADL ve ham selüloz analizleri **Van Soest** Metodu'na göre yapılır. Genelde bu analizlerde elde edilen sonuçların yemin besin madde bileşenleri bakımından kaba sonuçlar vermesi ve yemin gerçek besleme değerini göstermediği bilindiğinden, daha hassas analizlere gereksinim duyulur. Amino asitler, vitaminler, yağ asitleri, makro ve mikro mineral madde analizleri ve toksinlerin analizleri yapılabilir.

4.3. YEMLERDEN ÖRNEK ALMA

Dikkat edilecek husus; alınan örneğin eldeki yemi karakterize edecek (yığını doğru temsil edecek) nitelikte olmasıdır. Bilgi ve titizlik isteyen konudur. Örnek alınan yemler iyi şekilde muhafaza edilmelidir ki alınan örnekler üzerinde istenilen analizler yapılarak sonuçlanıncaya kadar bu yemin bir başka yemle karışması veya bozulması önlenmelidir. Bu nedenle alıcını teslim alacağı yerde örnek alınması, en doğrusu ise anlaşma halinde satıcının bulunduğu yerde de örnek alınabilir. Yem örneği, 3 tane esas 1 tane şahit olmak üzere 4 tane alınır. Alınan örnek üzerine bir takım bilgilerin yazılması gerekir. Bunlar;

- 1-Örneğin adı, varsa mahalli adı
- 2-Alınan örneğin miktarı
- 3-Örneğin alındığı yer (Gemide ise geminin adı, Ambarda ise numarası)
- 4-Örneğin alındığı durum (Gemide, vagona, yığın halinde, dökme gibi)
- 5-Örneğin nasıl alındığı (5 ton Arpadan her 10 çuvalda bir sonda ile vb. gibi)

6-Örnek alanın isim ve unvanı, imzası

7-Örneğin alındığı tarih

8-Alıcının ve satıcının isimleri

9-Söz konusu örnek melas ise karşılaşılan her türlü farklılık ve değişiklikler (yoğunluk, sıcaklık) not edilir.

10-Hangi analizlerin yapılacağı not edilir.

Bu şekilde hazırlanan örneklerin birisi analizlerin yapılacağı laboratuvara, diğerlerinden biri alıcıya, biri ise satıcıya teslim edilir. Şahit olarak alınan örnek itilafli durumlarda kullanılmak üzere 3. şahıslarda saklanır.

Analiz edilecek örnek laboratuvara gelir gelmez gönderenin adı, örneğe iliştirilen bilgiler, örnek ağırlığı, nakil sırasında bozulup bozulmadığı, geldiği tarih ve istenilen analizler analiz defterine işlenir. Örnek etiketlenir ve numaralanır. Örnek yetersizse bildirilir ve daha fazla örnek istenir. Paket açılınca göze çarpan özellikler belirlenir. Laboratuvara gelen örneğin tamamı analiz için kullanılmaz, bir kısmı şahit olarak saklanır. İstenilen analizler yapılarak rapor edilir ve imzalanır.

4.3.1. Kaba Yemlerden Örnek Alma

Büyük hacimli yemler olduklarından bunlardan az miktarda örnek almak özen ister. Kaba yemler içinde hayvan beslemesinde en çok kullanılanı kuru ottur. Kuru otlar aynı çayırdan biçilmiş aynı zamanda ve aynı yöntemle kurutulmuş olsa dahi birçok farklılıklar gösterebilirler. Bunlar bitkiden kaynaklanabildiği gibi kuruturken, taşınırken ve diğer dış faktörlerin etkisiyle oluşan özelliklerdir. Yığın ve ambalaj şeklinde depo edilirler.

Yığın Şeklindeki Otlardan Örnek Alma: Yığında oluşabilecek fiziksel değişiklikleri dikkate alarak yığının en az 10-20 yerinden en az 0,5 kg'lık örnekler alınır. Ot yığının bozmadan örnek almak için 20cm² alanında ve 30 cm derinliğinde bir yer tırpanı yardımıyla dipten çekilmek suretiyle örnek alınır.

Alınan bu örneklerin hepsi bir araya getirilerek karıştırılır ve bunlardan en az 2'şer kg'lık 3 esas 1 şahit örnek alınır.

Ambalaj Halindeki Otlardan Örnek Alma: Her ambalaj 25 kg dan fazla ve örnek alınacak partide 50 veya daha fazla ambalaj varsa her 10 ambalajdan birinden örnek alınır. 50 den az ambalaj var ise her 5 ambalajdan birinden örnek alınır.

Partide 5 ambalaj var ise her ambalajdan örnek alınır. Ambalajlar 25 kg dan az ise her 10 ambalajdan genel esaslara uygun örnek alınır.

Saman ve diğer kaba yemlerden de kuru otlardan olduğu gibi örnek alınır.

4.3.2. Yeşil ve Suca Zengin Yemlerden Örnek Alma

Yeşil Otlardan Örnek Alma: Eğer yeşil otlar biçilmişse kuru otlardan örnek alma prensipleri uygulanır. Alınan örneklerden 5-10 kg'luk esas örnekler alınarak hiç bekletilmeden laboratuvara gönderilir. Şayet yeşil yemler biçilmemiş ve tarlada ise tarlanın bitki florası dikkate alınarak 1'er m² lik farklı sayıda alanlar işaretlenir. Flora homojen bir görünümde ise az sayıda, aksi halde çok sayıda alan işaretlenerek örnekler alınır. Otlar dipten kesilir ve en az 5-10 kg'lık esas örnek alınır.

Silo Yemlerinden (Silaj) Örnek Alma: Örnek alma işlemi oldukça zordur. Silo yemi alımı ve satımı söz konusu ise silo kabı açılır. Bir bıçak veya benzer bir alet yardımı ile en az 30cm derinlikten (en iyisi 50cm) silo kabını karakterize edecek miktarda örnek alınır. Örnekler ağız iyice kapanabilen kavanozlara veya teneke kaplara konur ve ilgili yerlere gönderilir. Şayet alım satım olayı yok ve araştırma amaçlı yapılıyorsa her gün hayvanlar için çıkarılan silo yemlerinden gerekli miktarda örnek alınarak analiz yapılır.

Silo yemleri dışarıdaki şartlardan etkilendiğinden bu yemler hakkında olumlu kararlar verebilmek için örnek alınırken rengi, kokusu, dış görünüşü ve tadının hemen üzerine not edilmesinde fayda vardır.

Kök ve Yumru Yemlerden Örnek Alma: Kök ve yumru yemler yığın halinde veya vagon halinde iseler, yığın veya vagonun çeşitli yerlerinden örnekler alınır. Alınan bu örnekler temiz bir yere kare şeklinde serilir ve göz kararı 4 parçaya ayrılır ve 2' si örnek olarak seçilir ve yığından alınan örnek çuvala konur ve tesadüfi olarak örnek alınır.

Esas örnek patateslerde en az 10 kg, pancarlarda 15 kg olmalıdır. Kök ve yumru yemlerden örnek alınırken alınan örnek normal büyüklükte olmalıdır. Çok cılız ve normalin çok üstünde büyük olanlar geneli temsil edemezler.

Yaş Posalardan Örnek Alma: Yığın halindeki posalardan yığının tamamını karakterize edecek, tarz ve miktarlarda, yığının çeşitli yerlerinden örnekler alınır. Sulu durumda iseler homojen örnek almak için yığın iyice karıştırılır.

Sıvı Yemlerden Örnek Alma: Varil, fıçı, damacana gibi kaplarda ise her 10 kaptan birinden örnek alınır. Kaplara koyulma sırasında kaplar arası farklar görülür ise her 5 kaptan alınır. Sarnıç veya vagona vb özel araçlarda ise çeşitli yerlerinden örnek alınır. Farklı yerden alınan bu örnekler karıştırılır ve en az 2-3 kg esas örnek hazırlanır ve bundan 3+1 örnekleme yapılarak laboratuvara gönderilir.

4.3.3. Yoğun (Kesif) Yemlerden Örnek Alma

Dane Yemlerden Örnek Alma: Ambalajlanmış ise o partinin içerdiği yem miktarına göre örnek alınır. Bir partide 15 ton ve daha fazla yem varsa ambalajların %10'u, 50 tona kadar %5'i (veya ambalajların 15'i), 50 ton'dan fazla ise %3'ü (ambalajların en az 25'i) yığının çeşitli yerlerinden çekilerek alınır. Bu ambalajlar açılarak veya sonda yardımıyla yığın halindeki dane yemlerden alındığı gibi örnek alınır.

Yığın halinde ise en az 20 yerinden sonda, kürek, kepçeyle örnekler alınır. Yem yığının büyüklüğüne göre alınacak yem örneğinin belirlenmesinde, 15 tondan fazla yem varsa 15'er tonluk parçalara ayrılarak her parçadan ayrı yarı örnekler alınır, bir araya getirilir.

200 gr lık 3 adet,800 gr lık şahit olmak üzere 1400gr yem ayrılır.

Küspelerden Örnek Alma: Preslenerek kalıp, yaprak veya öğütülmüş olarak piyasaya sürülür. Kalıplar dört köşeli olup 2,2-3 kg dır. Bu tip küspelerden örnek alınırken yem yığınının içerdiği kalıp miktarı önemlidir. 100 kalıp varsa bunlardan 20 kalıp, 100'den fazla varsa en az 30 kalıp örnek alınır. Bu kalıplar ufalanarak karıştırılır ve bu karışımdan her biri 1'er kg'lık 3+1 örnek alınır. Ambalajlı küspede ambalajın en az %2'si en çok %5'i ayrılır. Şayet ambalaj içindeki küspe öğütülmüş ise sonda ile ambalajın üstünden, ortasından, dip kısmından, kalıp halinde ise ambalaj açılarak kalıbın çeşitli yerlerinden ufalanmak suretiyle örnek alınır.

4.3.4. Karma Yem ve Mineral Yem Karışımlarından Örnek Alma

Toz veya peletlenmiş halde bulunurlar. Ambalajlanmış olarak alınır ve satılırlar. Örnek alınacak partide 100 ambalaj bulunuyorsa 5 tanesi, 200 ambalaja kadar 10 tanesi daha fazla varsa %5'i örnek almak için tesadüfen ayrılır. Ayrılan ambalajlar dökülür, karıştırılır ve örneği temsil edecek şekilde örnek alınır.

4.4. YEMLERİN KİMYASAL ANALİZE HAZIRLANMASI

Yemler laboratuvara gelir gelmez yapılacak iş örnek hakkında tüm bilgilerin analiz defterine yazılmasıdır. Bu işlemi takiben, yem örneği, fiziksel, kimyasal ve gerekiyorsa biyolojik analizler için ayrılır. Bunlar ağız kapalı bir kavanoza bırakılır ve kapatılır. Kavanoz üzerine etiket yapıştırılarak bilgiler yazılır. Şayet yem örneği anında analize alınacaksa bu işlemlere gerek yoktur. Ancak analiz daha sonra yapılacaksa söz konusu örneklerin serin ve kuru yerde saklanması gerekir. Kimyasal analizler için ayrılan örnek iyi öğütülmüş olmalıdır. Bunun için 1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülür. Çünkü kimyasal analizlerde kullanılan çözeltilerin yemlere etki etmesi için örneğin iyi öğütülmesi şarttır. İncelik analiz sonucuna etki eder. Şayet öğütülen yemin hepsi öğütülmemiş ve bir kısmı elek üzerinde kalmış ise elek üzerinde kalan kısım geri alınarak tekrar öğütülür. Aksi takdirde öğütülen ve öğütülmeyen kısım kimyasal yapı bakımından farklı olduğundan analiz sonucunu etkiler.

4.5. YEMLERİN KİMYASAL ANALİZİ

Bölümümüz Yem Analiz laboratuvarında Wende ve ANKOM Analiz yöntemleri kullanılarak yapılan kimyasal analizlere ait metotlar aşağıda sunulmuştur.

Bu yöntemlerden;

Kuru madde analizi, kuru yemler için klasik etüv yöntemi yanında; suca zengin yemler için havada kuru madde içeriğini bulmaya yönelik klasik etüv yöntemi, hızlı mikrodalga yöntemi, sulu gıdalarda kurutulmuş örnek eldesi için vakum-drier yöntemi olmak üzere dört farklı metot halinde verilmiştir.

Kuru yem örneklerinde;

ham kül (organik madde),

ham yağ (eter ekstrakt),

ham protein (yarı otomatik ve tam otomatik kjeldahl sistemleri için ayrı ayrı),

ADF (Ankom sistemine göre)

NDF (Ankom sistemine göre)

ADF (Ankom sistemine göre)

Ham selüloz (Ankom sistemine göre) analizlerine ait protokoller verilmiştir.

4.5.1. Kuru Madde Tayini

4.5.1.1. Klasik-Etöv

1. İlke

Yaş veya havada kuru yem örneklerinin ağırlığı belli bir miktarının, belirli bir sıcaklık derecesinde ısıtılarak suyu uçurulduktan sonraki ağırlığı alınır. Kuru madde analizi ilk ağırlık ile kurutulduktan sonraki ağırlık arasındaki farkın bulunup, yüzde olarak hesaplanması temeline dayanır.

2. Araç ve Gereçler

- Hassas laboratuvar terazisi
- Cam veya Alüminyumdan yapılmış kapaklı kuru madde kabı
- 105 °C ye ayarlanabilen etöv
- Desikatör

3. Çalışma Tekniği

Kurutma kapları temizlenir ve kapağı açık olarak etövde 1 saat kurutulur. 1 saat sonunda kaplar maşa ile desikatöre alınır. 10-15 dakika sonra desikatördeki kapların daraları alınır (kapların numaraları da kaydedilir). Darası alınan kaplara analizi yapılacak yem örneğinden 3-5 gr kadar yem örneği konur, hemen kapağı kapatılarak tartılır (suyu az olan yemlerden 3 gr, suyu fazla olan yemlerden 250 gr civarında örnek tartılır). Yemle birlikte tartılan kurutma kapları kapakları açık olarak (her kabın kapağı karıştırılmaması için kabın önüne konur) 105 °C ye ayarlanmış etöve konur ve bu sıcaklıkta 3-5 saat tutulur. Bu uygulama, suyunu kolay bırakan yem örnekleri için kısa sürede sonuç alınması için 135 °C de 2 saat etövde tutularak da gerçekleştirilebilir. Kurutma süresi sonunda kaplar kapakları kapatılarak ve maşa ile desikatöre alınır ve oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra tartılır.

4. Hesaplama

Tartım sonuçları aşağıdaki formülde yerine konularak yem örneğinin % kuru maddesi hesaplanmış olunur.

$$\% \text{ Kuru madde} = \frac{(c - a) \times 100}{b - a}$$

a: kap darası

b: kap + yem örneği ağırlığı

c: kurutma işleminden sonraki kap + yem örneği ağırlığı

Not 1: 100- % kuru madde ile yemin % su miktarı bulunur.

Not 2: Aynı numune üzerinde en az 2 paralel uygulanmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır. Paraleller arasındaki fark, mutlak değer olarak 0,3'den fazla olmamalıdır. Yapılan işlemler analiz cetveline kaydedilir.

4.5.1.2. SUCA ZENGİN KABA YEMLERDE HAVADA KURU MADDE TAYİNİ- Klasik Kurutma Dolabı (Etüv)'da Ön Kurutma

1. İlke

Suca zengin kaba yemlerin silolama (silajlama) öncesi kuru madde içeriklerinin belirlenmesi veya detaylı besin madde analizlerine tabi tutulabilmesi için öncelikle kurutulması ve öğütülmeye hazır hale getirilmesi gerekir. Bu amaçla suca zengin yem örneklerinin ağırlığı, belli bir miktarının, belirli bir sıcaklık derecesinde ısıtılarak suyu uçurulduktan sonraki ağırlığı alınır. Havada Kuru Madde analizi ilk ağırlık ile kurutulduktan sonraki ağırlık arasındaki farkın bulunup, yüzde olarak hesaplanması temeline dayanır.

2. Araç ve Gereçler

- Hassas laboratuvar terazisi,
- Tahta spatüla,
- Kurutma kabı (tercihan yüksek sıcaklığa dayanıklı camdan (Borcam) imal edilmiş köşeleri yuvarlatılmış veya yuvarlak yapıya sahip en az 300 gram kapasiteli kuru madde kabı (Örneğin kurutulacağı etüve göre ölçüleri daha küçük veya büyük olabilir),
- 60°C'de 48 saat'e programlanabilen aspire fanlı etüv,

3. Çalışma Tekniği

Kurutma kapları numaralandırılır, numaralanmış kurutma kaplarının daraları analiz cetveline kurutma kabı darası olarak işlenir. Havada kuru madde analizi yapılacak numune tahta spatüla yardımıyla iyice karıştırılır, homojen hale getirilir ve bu bütünü doğru temsil edecek şekilde yaklaşık 200-400 gram (kaba yapısına bağlı olarak) arasında örnek alınarak darası belirlenmiş numarası belli kurutma kabına aktarılır. Kurutma kaplarına alınan numune kurutma kabının tüm yüzey alanını kaplayacak şekilde kurutma kabına yayılır. Örneğin, kabın herhangi bir bölgesinde yığın oluşturmamasına dikkat edilir. Kurutulacak materyal posa vb. materyal ise üst yüzeyden dikey ve yatay 2 şer cm aralıklarla spatüla yardımıyla çizilerek su toplanma kanalları oluşturulur. Böylece numunenin hızlı ve daha kolay kurumaması hedeflenir. Kurutma kapları 60°C'ye ayarlanmış ve önceden ısıtılmış etüve yerleştirilir, etüvün aspiratör sistemi çalıştırılır ve 48 saat kurumaya bırakılır. İlk 24 saatin sonunda etüvde kurmakta olan örnekler (etüvden çıkarılmadan) tahta spatüla yardımıyla karıştırılır, yüzey alanı tekrar 2 şer cm aralık olacak şekilde yatay ve dikey çizilir ve geri kalan 24 saatin tamamlanması için etüvde bırakılır. 48 saat sonunda kuruyan numuneler etüvden çıkarılır, nemli olmayan kuru bir ortamda üzerlerine kağıt kapatılarak soğumaya bırakılır. Kısa süre içinde hassas laboratuvar terazisinde tartılarak son ağırlığı belirlenir ve aşağıdaki formül yardımıyla % Havada Kuru Madde miktarı hesaplanır.

4. Hesaplama

Tartım sonuçları aşağıdaki formülde yerine konularak numunenin % Havada Kuru Maddesi hesaplanmış olunur.

$$\% \text{ Havada Kuru madde} = \frac{(c-a)}{(b-a)} \times 100$$

a: kap darası

b: kap + başlangıç numune ağırlığı

c: kurutma işleminden sonraki kap + numune ağırlığı

Not 1: 100- % havada kuru madde ile numunenin % su miktarı bulunur.

Not 2: Aynı numune üzerinde en az 4 paralel uygulanmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır. Paraleller arasındaki fark, mutlak değer olarak 0,3'den fazla olmamalıdır. Yapılan işlemler tüm paralel sonuçlarını gösterecek şekilde analiz cetveline kaydedilir.

4.5.1.3. SUÇA ZENGİN KABA YEMLERDE HAVADA KURU MADDE TAYİNİ- Mikrodalga Fırında Ön Kurutma.

1. İlke

Suca zengin kaba yemlerin silolama (silajlama) öncesi kuru madde içeriklerinin belirlenmesi veya detaylı besin madde analizlerine tabi tutulabilmesi için öncelikle kurutulması ve öğütülmeye hazır hale getirilmesi gerekir. Bu amaçla suca zengin yem örneklerinin ağırlığı, belli bir miktarının, belirli bir sıcaklık derecesinde ısıtılarak suyu uçurulduktan sonraki ağırlığı alınır. Ancak bazı durumlarda bu analizin daha kısa sürede yapılıp hemen sonuç almak gerektiğinde mikrodalga yönteminden yararlanılabilir. Mikrodalga yöntemiyle Havada Kuru Madde analizi ilk ağırlık ile kurutulduktan sonraki ağırlık arasındaki farkın bulunup, yüzde olarak hesaplanması temeline dayanır. Ancak bulunan değerler ortalama değerler olup bilimsel olarak kullanılmamaktadır.

2. Araç ve Gereçler

- Hassas laboratuvar terazisi,
- Mikrodalga,
- Kurutma kabı (Mikrodalga da kullanıma uygun camdan (Borcam) imal edilmiş yuvarlak yapıya sahip en az 100 gram kapasiteli kuru madde kabı (Örneğin kurutulacağı Mikrodalga fırına göre ölçüleri daha küçük veya büyük olabilir).
- Not: Mikrodalga fırında kesinlikle metal olan hiçbir malzeme kullanılmamalıdır

3. Çalışma Tekniği

Cam veya porselen kurutma kapları numaralandırılır, numaralanmış kurutma kaplarının daraları analiz cetveline kurutma kabı darası olarak işlenir. Havada kuru madde analizi yapılacak numune iyice karıştırılır, homojen hale getirilir ve bu bütünü doğru temsil edecek şekilde yaklaşık 100 gram örnek alınarak darası belirlenmiş numarası belli kurutma kabına aktarılır. Kurutma kaplarına alınan numune kurutma kabının tüm yüzey alanını kaplayacak şekilde kurutma kabına yayılır. Mikrodalga yönteminde amaç numunenin hızlı ve daha kolay bir şekilde kurumasıdır. Kurutma kapları yüksek sıcaklığa ayarlanmış mikrodalga fırına yerleştirilir, 5 dakika kurumaya bırakılır. İlk 3-5 dakikanın sonunda mikrodalgadan çıkarılan örnekler homojen olacak şekilde tekrar karıştırılır böylelikle altta kalan nemli kısımlar üst yüzeye taşınmış olur. Bu işlem en az 3 kere birkaç dakika olarak tekrarlanır her defasında örnekler karıştırılmalıdır. Ancak bazen 3 kere yeterli olmayabilir el ve göz yardımıyla numunenin belirli bir kuruluğa ulaşmaya ve/veya ağırlık sabitlenene kadar çok dikkat edilerek kısa aralıklarla ölçüm yapılarak kurutma işlemine devam edilebilir. Ağırlık sabitlendiğinde kurutma işlemi tamamlanmış olur, kurutma kabı hassas laboratuvar terazisinde tartılarak son ağırlığı belirlenir ve aşağıdaki formül yardımıyla % Havada Kuru Madde miktarı hesaplanır.

4. Hesaplama

Tartım sonuçları aşağıdaki formülde yerine konularak numunenin % Havada Kuru Maddesi hesaplanmış olunur.

$$\% \text{ Havada Kuru madde} = \frac{(c-a)}{(b-a)} \times 100$$

a: kap darası

b: kap + başlangıç numune ağırlığı

c: kurutma işleminden sonraki kap + numune ağırlığı

Not 1: 100- % havada kuru madde ile numunenin % su miktarı bulunur.

Not 2: Aynı numune üzerinde en az 4 paralel uygulanmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır. Paraleller arasındaki fark, mutlak değer olarak 0,3'den fazla olmamalıdır. Yapılan işlemler tüm paralel sonuçlarını gösterecek şekilde analiz cetveline kaydedilir.

4.5.1.4. SUCA ZENGİN YEM VE GIDALARDA KURU MADDE TAYİNİ -Vakum-Drier Yöntemi

1. İlke

Suca zengin gıdaların (yemlerin) kuru madde içeriklerinin belirlenmesi veya detaylı besin madde analizlerine tabi tutulabilmesi için öncelikle suyunun uçurulması ve öğütülmeye hazır hale getirilmesi gerekir. Bu amaçla suca zengin yem örneklerinin ağırlığı belli bir miktarının öncelikle derin dondurucuda dondurulduktan sonra belirli bir sıcaklık derecesinde vakum-drier cihazıyla suyu uçurulduktan sonraki ağırlığı alınır. Vakum-Drier yöntemi analizi ilk ağırlık ile suyu uçurulduktan sonraki ağırlık arasındaki farkın bulunup, yüzde olarak hesaplanması temeline dayanır.

2. Araç ve Gereçler

- Hassas laboratuvar terazisi,
- Petri Kabı (Çap:90mm Yükseklik:18mm),
- Spatül
- Derin Dondurucu
- Vakum-Drier Cihazı

3. Çalışma Tekniği

Petri kapları numaralandırılır, tartılır ve daraları analiz cetveline kurutma kabı darası olarak işlenir. Vakum-drier cihazıyla kuru madde analizi yapılacak numune spatula yardımıyla iyice karıştırılır, homojen hale getirilir ve bu bütünü doğru temsil edecek şekilde yaklaşık 40-50 gram örnek alınarak darası belirlenmiş numarası belli petri kabına aktarılır. Petri kaplarına alınan numune petri kabının tüm yüzey alanını kaplayacak ancak kabın herhangi bir bölgesinde yığın oluşturmayacak şekilde yüzeye yayılır. Petri kapları -25°C'de 24 saat (1gün) derin dondurmaya konulur. 24 saatin sonunda derin dondurucudan alınan örnekler vakum-drier cihazına yerleştirilir ve 48 saat süreyle kurumaya bırakılır. 48 saat sonunda kuruyan numuneler vakum-drier cihazından çıkarılarak petri kapları en kısa zamanda hassas laboratuvar terazisinde tartılır son ağırlığı belirlenir ve aşağıdaki formül yardımıyla % Kuru Madde miktarı hesaplanır.

4. Hesaplama

Tartım sonuçları aşağıdaki formülde yerine konularak numunenin % Kuru Maddesi hesaplanmış olur.

$$\% \text{ Kuru madde} = \frac{(c-a)}{(b-a)} \times 100$$

a: kap darası

b: kap + başlangıç numune ağırlığı

c: kurutma işleminden sonraki kap + numune ağırlığı

Not 1: 100- % Kuru madde ile numunenin % su miktarı bulunur.

Not 2: Aynı numune üzerinde en az 4 paralel uygulanmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır. Paraleller arasındaki fark, mutlak değer olarak 0,3'den fazla olmamalıdır. Yapılan işlemler tüm paralel sonuçlarını gösterecek şekilde analiz cetveline kaydedilir.

4.5.1.5. SIVI veya KATI YAĞLARDA NEM-UÇUCU MADDE TAYİNİ -Etüv

1. İlke

Bitkisel ve hayvansal yağların etüv içinde belirli sıcaklıkta ve sürede tutularak su ve uçucu maddelerinin uzaklaştırılması. Bu yöntem ile suyu ve uçucu maddesi uzaklaştırılan yağın ilk ağırlık ile sonraki ağırlık arasındaki farkın bulunup, yüzde olarak hesaplanması temeline dayanır. Bu metot, kuruma özelliği gösteren yağlara, hindistancevizi yağlarına ve monogliserid eklenmiş yağlara uygulanamaz.

2. Araç ve Gereçler

- Hassas laboratuvar terazisi,
- Etüv
- Desikatör: Etkili bir nem tutucu kullanılmalıdır. Kalsiyum klorür kullanılması tavsiye edilmez.
- Genel laboratuvar malzemeleri

3. Çalışma Tekniği

Su ve yağ fazları birbirinden ayrılacağı için, numuneyi iyice karıştırarak homojen hale getirilir. Desikatörde kurutulmuş ve soğutulmuş alüminyum kapların darası alınır ve içerisine tam 5.0 g yağ tartılır ve tartım forma kaydedilir (m). Alüminyum kap ve yağı birlikte tartıp, tartım kaydedilir (m₁). Alüminyum kaplar 130±1 °C sıcaklıktaki etüve koyulur ve 30 dakika etüvde tutulur. Süre sonunda alüminyum kapları etüvden çıkarılır, desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulur. Soğuyan kaplar tartılır ve tartımı kaydedilir (m₂)

4. Hesaplama

$$\%Nem = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

m: Tartılan numune miktarı g

m₁: Alüminyum kap ve numunenin etüv öncesi tartımı, g

m₂: Alüminyum kap ve numunenin etüv sonrası tartım, g

Not 1: 100- % Kuru madde ile numunenin % su miktarı bulunur.

Not 2: Aynı numune üzerinde en az 2 paralel uygulanmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır. Paraleller arasındaki fark, mutlak değer olarak 0,3'den fazla olmamalıdır. Yapılan işlemler tüm paralel sonuçlarını gösterecek şekilde analiz cetveline kaydedilir.

4.5.2. Ham Kül (ve Organik Madde) Tayini

1. İlke

Bir yem maddesinin 550°C de yakılmasından sonra geriye kalan inorganik maddelerden oluşmuş kül miktarının % olarak ifade edilmesidir. Yemdeki ham kül miktarı yemin mineral madde kapsamı hakkında bilgi verir.

2. Araç ve Gereçler

- Hassas laboratuvar terazisi
- Yakma kabı (kroze: yüksek sıcaklıktan etkilenmeyen porselen kap)
- Yakma fırını
- Desikatör

3. Çalışma Tekniği

Önceden yakılmış, desikatörde soğutulmuş ve darası alınmış krozelere yem numunesinden 3 gr civarında konularak tartılır. Krozeler 550°C ye ayarlı yakma fırınına konulur. Krozeler bu sıcaklıkta kömürleşme olmayacak şekilde, kül açık griden beyaza kadar değişen bir renge ulaşana kadar (bu süre yemlerin yapısına bağlı olarak yaklaşık 3-4 saat kadardır. Yanması kolay olan bitkisel kaynaklı yemler de 3 saatlik süre yeterli olmasına rağmen, ham kül içeriği yüksek hayvansal kaynaklı yemlerde bu süre 4 saat ve üzerine çıkabilmektedir) yakma fırınında tutulur. Yakma sonunda fırının elektriği kesilerek soğumaya bırakılır. Yaklaşık 100 °C ye soğutulduktan sonra krozeler maşa yardımıyla doğrudan desikatöre alınır. Desikatörde yeterince soğutulduktan sonra tartılır.

4. Hesaplama

Aşağıdaki formülde tartım sonuçları yerine koyularak % ham kül ve % Organik Madde hesaplanmış olur.

$$\% \text{ ham kül} = \frac{c - a}{b - a} \times 100 \quad \% \text{Organik madde} = \% \text{Kuru madde} - \% \text{Ham kül}$$

a: kroze darası (k.darası)

b: kroze darası + numune

c: kroze darası + kül

Not 1: Yakma fırınında sıcaklık birdenbire değil yavaş yavaş yükseltilmelidir.

Not 2: Yanma süresinin sonunda kroze içindeki yanmış yem örnekleri kömür halinde kalmış ve rengi esmerimsi ise krozeler fırından çıkartılarak soğutulur. Yanmış örnek üzerine %3 lük hidrojen peroksit (veya 2-3 damla saf su) damlatılarak iyice ıslatıldıktan sonra etüvde kurutulur. Kurumuş olan örnek daha sonra kül fırınında bir müddet daha yakılır.

Not 3: Aynı numune üzerinde en az 2 paralel uygulanmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır. Paraleller arasındaki fark, %0.2 - %10 ham kül kapsayan numunelerde mutlak değer olarak 0.2'den, %10.1 ve daha fazla ham kül kapsayan numunelerde paraleller ortalamasının %2' sinden fazla olmamalıdır. Yapılan işlemler analiz cetveline kaydedilir.

4.5.3. Hidroklorik Asitte Çözünmeyen Kül Tayini*

1. İlke

Ham kül içinde gerçek kül yapısında olmayan (silisyum-kum-taş-çakıl gibi) maddelerin tayin edilerek yemin gerçek kül yapısının tespiti ve ham kül analizinin yorumlanmasına yardımcı olmak amacıyla uygulanır. Bu metot yemde yer alan, hidroklorik asit içinde mineral maddelerin tayinini mümkün kılar. Ham kül analizini takiben elde edilen külde HCl'de çözünmeyen külü saptamak için numunenin doğasına göre aşamalı analiz uygulanır.

İki aşamalı analiz; Organik yem ham maddeleri ve çoğu karma yemler için uygulanır.

Üç aşamalı analiz; Mineral ek yemleri ve yem karışımları (hidroklorik asitte çözünmeyen kül içeriği %1'den büyük) için uygulanır.

2. Araç ve Gereçler

- Hassas laboratuvar terazisi
- Yakma kabı (kroze: yüksek sıcaklıktan etkilenmeyen porselen kap)
- Yakma fırını
- Desikatör
- Isıtıcı plaka
- Filtre kağıdı, beher, huni
- Isıtıcı

3.Reaktifler

- Hidroklorik asit 3 mol/l
- Trikloroasetik asit, % 20 (w/v) çözelti
- Trikloroasetik asit, % 1 (w/v) çözelti

4. Çalışma Tekniği

HCl'de çözünmeyen Ham kül içeriği %1'den düşük olan örnekler (analiz toplam 2 aşama, ham kül tayini, HCl'de çözünmeyen kül tayini)

Önceden yakılmış, desikatörde soğutulmuş ve darası alınmış krozelere yem numunesinden 3 gram civarında konularak tartılır. Krozeler 550-600°C ye ayarlı yakma fırınına konulur. Krozeler bu sıcaklıkta kömürleşme olmayacak şekilde, kül açık griden beyaza kadar değişen bir renge ulaşıncaya kadar (bu süre yemlerin yapısına bağlı olarak yaklaşık 3-4 saat kadardır. Yanması kolay olan bitkisel kaynaklı yemler de 3 saatlik süre yeterli olmasına rağmen, ham kül içeriği yüksek hayvansal kaynaklı yemlerde bu süre 4 saat ve üzerine çıkabilmektedir) yakma fırınında tutulur. Yakma sonunda fırının elektriği kesilerek soğumaya bırakılır. Yaklaşık 100°C ye soğutulduktan sonra krozeler maşa yardımıyla doğrudan desikatöre alınır. Desikatörde yeterince soğutulduktan sonra tartılır. **Ham kül elde edilir.** HCl'de çözünmeyen kül miktarını bulmak için analizin ikinci basamağına geçilir.

İkinci Basamak: İlk basamakta ham kül analizi sonucu elde edilen kül, 75 ml hidroklorik asit kullanarak 250 ile 400 ml'lik bir behere konur. Yavaş yavaş kaynama

noktasına getirilir ve 15 dakika hafifçe kaynatılır. Sıcak çözelti kül içermeyen bir filtre kağıdıyla süzülür ve kalıntı, asit reaksiyonu görünmez hale gelene kadar sıcak su ile yıkanır. Kalıntı içeren filtre kurutulur ve darası alınmış bir kroze içinde 550-600°C sıcaklıkta 30 dakika yakılır. Bir desikatörde soğutulur ve tartılır.

HCl'de çözünmeyen Ham kül içeriği %1'den büyük olan örnekler (analiz toplam 3 aşama; ön yakma, ham kül tayini, HCl'de çözünmeyen kül tayini)

ÖN YAKMA ve devamı: Doğrudan HCl'de çözünmeyen kül tayini için mineral yemler (ve HCl'de çözünmeyen kül içeriği %1'den büyük olan karma yemler)'den 5 gram numune yaklaşık 1 mg hassasiyetle tartılır ve 250 ile 400 ml'lik bir behere konur. 25 ml su ve 25 ml hidroklorik asit (3 mol/l) artarda eklenir, karıştırılır ve köpürmenin durması beklenir. 50 ml daha hidroklorik asit (3 mol/l) eklenir. Tüm gazların açığa çıkışının durması beklenir ardından kaynayan su banyosuna yerleştirilir olası tüm nişastanın hidrolize olması için en az 30 dakika ya da daha uzun süre bekletilir. Kül içermeyen bir filtreden sıcakken süzülür ve filtre 50 ml sıcak su ile yıkanır. Kalıntı içeren filtre bir yakma krozesine konularak kurutulur ve 550-600°C sıcaklıkta 3 saat yakılarak ham kül analizi yapılır. Elde edilen kül ile, **ikinci basamak** işleme (HCl asitte çözünmeyen kül) devam edilir.

5. Hesaplama

Aşağıdaki formülde tartım sonuçları yerine koyularak % ham kül ve % Organik Madde hesaplanmış olur.

$$\% \text{ ham kül} = \frac{c - a}{b - a} \times 100 \quad \% \text{Organik madde} = \% \text{Kuru madde} - \% \text{Ham kül}$$

a: kroze darası (k.darası)

b: kroze darası + numune

c: kroze darası + kül

HCl'de çözünmeyen kül için dara çıkarılarak kalıntının ağırlığı hesaplanır. Sonuçlar numunenin yüzdesi olarak ifade edilir.

Not 1: Yakma fırınında sıcaklık birdenbire değil yavaş yavaş yükseltilmelidir.

Not 2: Yanma süresinin sonunda kroze içindeki yanmış yem örnekleri kömür halinde kalmış ve rengi esmerimsi ise krozeler fırından çıkartılarak soğutulur. Yanmış örnek üzerine %3 lük hidrojen peroksit (veya 2-3 damla saf su) damlatılarak iyice ıslatıldıktan sonra etüvde kurutulur. Kurumuş olan örnek daha sonra kül fırınında bir müddet daha yakılır. (Ham kül analizi için)

Not 3: Aynı numune üzerinde en az 2 paralel uygulanmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır. Paraleller arasındaki fark, %0.2 - %10 ham kül kapsayan numunelerde mutlak değer olarak 0.2'den, %10.1 ve daha fazla ham kül kapsayan numunelerde paraleller ortalamasının %2' sinden fazla olmamalıdır. Yapılan işlemler analiz cetveline kaydedilir.

Not 4: Filtrasyon işlemi zorsa, yeni bir analiz numunesi hazırlanarak 50 ml Hidroklorik asit (3 mol/l) yerine 50 ml % 20 Trikloroasetik asit çözelti, ile değiştirerek ve filtreyi sıcak bir % 1 Trikloroasetik asit çözeltisi ile yıkayarak analiz yeniden başlanır.

*Kaynak: Resmi Gazete: Sayı : 29955 (Mükerrer), 21 Ocak 2017, YEMLERİN RESMİ KONTROLÜ İÇİN NUMUNE ALMA VE ANALİZ METOTLARINA DAİR YÖNETMELİK

4.5.4. Ham Yağ Tayini

1. İlke

Öğütülmüş ve kurutulmuş yem maddesi, petrol eteri ile ekstrakte edilir ve bu ekstrakt ham yağ olarak belirtilir. Ekstrakte edilen bileşenlerin çoğu triasilgliseritlerdir. Bu işlem sırasında etil eter vb çözücülerde çözünebilir diğer yağların bir kısmı da ekstrakte edilir. Bu nedenle ham yağ analizi olarak adlandırılır.

2. Araç ve Gereçler

- Hassas laboratuvar terazisi
- 105°C ye ayarlanabilen etüv
- Desikatör
- 90°C sıcaklıkta çalışabilen ekstraksiyon sistemi (ANKOM XT10, XT15, XT20)
- Ekstraksiyon için filtreli özel torba (kimyasal olarak inert özellikte, ısıya dirençli, ağzı sıcak mühürlemeyle kapatılabilen, çözeltinin nüfus etmesine izin verirken 1 mikron ve üzerindeki boyutta partiküllerin dışarı çıkmasını engelleyen filtreli torba, ANKOM XT4)
- Filtreli torbaların ağzını tam olarak kapatabilen sıcak mühür (ANKOM 1915)
- Çözücü dirençli kalem (ANKOM F08, torbaların numaralandırılması için)

3. Reaktifler

Petrol eteri (kaynama noktası: 36-65 °C) hekzan ve etil eterde çözücü olarak kullanılabilir

4. Çalışma Tekniği

2 mm lik elekten geçirilmiş numuneden 1-2 g filtreli torbaya koyup tartılır (a). Filtreli torbayı ağız kısmına yaklaşık 4 mm mesafeden sıcak mühürleme ile kapatılır. Eğer %15'ten fazla yağ içermesi beklenen et örneği ile veya %25'ten fazla yağ içermesi beklenen bitkisel gıda örneği ile çalışılacaksa, numune dolu filtreli torbaları etüve yerleştirmek için kuru madde kapları kullanılır.

Sıcaklık nedeniyle dışarı sızan yağ böylece toplanmış olur. Bu işlemden önce kuru madde kaplarının tara ağırlığı belirlenir (d). İçerisine numune tartıp ağzını kapatılan torbalar 105°C de üç saat etüvde bekletilir. Etüvden çıkarılan torbalar desikatörde soğutulup tartılır (b). Tartılan torbalar yağ analizi cihazının haznesine spiral aparatına dizerek yerleştirilir (spiral aparat 15 torbalık olup numune kaba yem ise bu sayı eterin numunelere iyi nüfuz etmesi için azaltılmalıdır). Uygun sıcaklık ve süre ayarı yapıldıktan sonra ekstraksiyon cihazı çalıştırılır. Ekstraksiyon işlemi bittikten sonra torbalar 15-30 dakika 105°C'lik etüvde bekletilir. Etüvden alınıp desikatöre konulan ve soğuyan torbalar tartılır (c).

5. Hesaplama

$$\% \text{ Ham Yağ} = \frac{100 (W_2 - W_3)}{W_1}$$

W₁ : Numune ağırlığı

W₂ : Ekstraksiyondan önce kurutma sonrası numune ve torba ağırlığı

W₃ : Ekstraksiyondan sonra kurutma sonrası numune ve torba ağırlığı

W₄ : kuru madde kabı ağırlığı

%15'ten fazla yağ içermesi beklenen et örneği ile veya %25' ten fazla yağ içermesi beklenen bitkisel gıda örneği ile çalışılacaksa aşağıdaki formül uygulanır.

$$\% \text{Ham Yağ} = \frac{100 [(W_2 - W_4) - (W_3)]}{W_1}$$

Not: Aynı numune üzerinde en az 2 paralel uygulanmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır. Paraleller arasındaki fark, %0.3 - %10 ham yağ kapsayan numunelerde mutlak değer olarak 0.3'den, %10.1-%33.3 ham yağ kapsayan numunelerde paraleller ortalamasının %3' ünden fazla olmamalıdır. Yapılan işlemler analiz cetveline kaydedilir.

4.5.5. Ham Protein Tayini

4.5.5.1. Yarı Otomatik Sistemlerde Kullanılan Azot Tayini

1. İlke

Yem maddesinin derişik H_2SO_4 ile yakılmak suretiyle yemde bulunan azotun önce amonyum sülfata sonra alkali (sodyum hidroksit) ile amonyağa dönüştürülerek, titrasyonla amonyaktaki azot miktarının hesaplanmasıdır.

2. Araç ve Gereçler

- Hassas laboratuvar terazisi
- Kjeldahl tüpü
- Kjeldahl aygıtı
- Erlenmayer
- Büret

3. Reaktifler

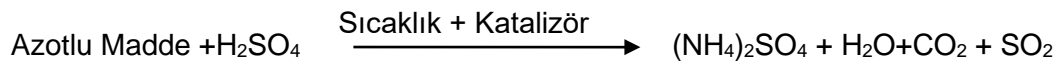
- a. 1,84 lük (%96'lık) H_2SO_4
- b. %40 lık NaOH çözeltisi (400 gr NaOH saf su ile 1lt ye tamamlanılarak hazırlanır)
- c. 0.1 N HCl asit çözeltisi (8.07 ml HCl saf su ile 1 lt ye tamamlanılarak hazırlanır, mutlaka **Faktör Tayini** yapılmalıdır*)
- d. %4 lük borikasit çözeltisi (40 gr borik asit saf su ile 1lt ye tamamlanır ve ısıtılarak çözdürülür. Üzerine renk vermesi için 3 ml bromekrosel green mavi + metil kırmızısı çözeltisinden eklenir)
- e. Bromekrosel green mavi + metil kırmızısı çözeltisinin hazırlanışı: 0,2 gr metil kırmızısı 100 ml alkolde çözdürülür. 1 gr bromokrosel green 500 ml alkolde çözdürülür ve bu iki solüsyon karıştırılır.
- f. Katalizör (950 gr potasyum sülfat (K_2SO_4) + 50 gr bakır sülfat ($CuSO_4$))

4. Çalışma Tekniği

Ham protein analizi aşağıdaki sırada verilen üç aşamada tamamlanır;

- Yaş yakma
- Destilasyon
- Titrasyon

Yaş Yakma: Yem numunesi, konsantre sülfürik asit (H_2SO_4), katalizör ve ısı etkisiyle yakılır. Numunedeki azot, sülfürik asitin sülfat kökü ile bağlanarak amonyum sülfat ($(NH_4)_2SO_4$) oluşur.



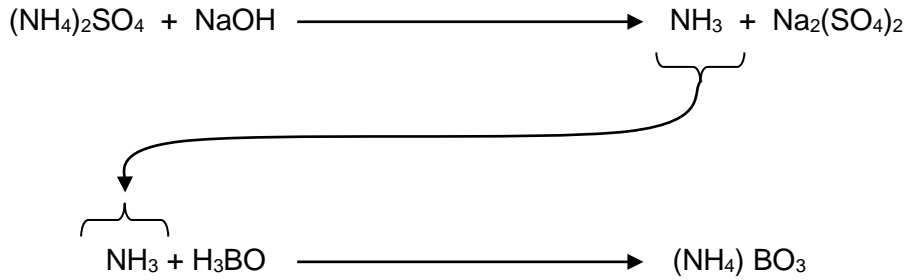
Yaş yakma aşağıdaki adımları içerir;

1. Yem numunesinden ortalama 1g tartılarak Kjeldahl tüpüne konur.

2. Üzerine reaksiyonu hızlandırmak için 2 g kadar katalizör konur (1g lık tablet katalizör kullanılıyorsa her tüpe 2 adet, 2 g lık tablet kullanılıyorsa her tüpe 1 atılır).
3. Kjeldahl tüpünün kenarına bulaşan yemi tüp içine indirecek şekilde tüpe 20 ml sülfürik asit (H_2SO_4) ilave edilir. Sülfürik asit miktarı protein içeriği %20 den fazla olan örnekler için 1.5 kat artırılabilir.
4. İçerisine örnek, katalizör ve sülfürik asit eklenen kjeldahl tüpleri yaş yakma bölümüne yerleştirilir.
5. Yaş yakma süresince buharlaşan H_2SO_4 'ü ortamdan uzaklaştırmak için vakum sistemi (scrubber ünitesi) çalıştırılır.
6. Tüp içeriği berrak yeşilimsi renk oluşana kadar (yaklaşık 2-3 saat) yaş yakma işlemine devam edilir ve istenilen renk elde edilince tüp yaş yakma ünitesinden alınarak soğumaya bırakılır.

NOT: Her yaş yakma seti için en az bir adet kör kullanılmalıdır.

Destilasyon: Destilasyonda amaç yaş yakma sonucu oluşan amonyum sülfatın $(NH_4)_2SO_4$ sodyum hidroksitle (NaOH) muamele edilerek NH_3 (amonyak) oluşturulması ve takibinde borik asit tarafından tutularak amonyumborata $(NH_4) BO_3$ dönüştürmektir.



Destilasyon aşağıdaki adımları içerir;

1. Yaş yakma sonrası, soğutulan tüplere 50 ml saf su ilave edilerek tekrar soğumaya bırakılır ve daha sonra destilasyon ünitesinin tüp kısmına yerleştirilir,
2. Cihazın destile içeriği toplayıcı kısmına da içerisinde 25 ml %4'lük borik asit çözeltisi bulunan erlenmayer yerleştirilir,
3. Cihazın destilasyon zaman düğmesi ayarlanarak destilasyon işlemi başlatılır.
4. Destilasyon işlemi bitiminde kjeldahl tüpü cihazdan alınır ve içeriği çeşme suyunun açık olduğu lavaboya yavaşça dökülür (tüpün cihazdan alınması aşamasında tüpün çok sıcak olduğu ve çıplak elle temas edilmemesi gerektiği unutulmamalıdır).
5. Destilasyon işlemine başlamadan önce içeriği pembe, destilasyon bitiminde mavi olan erlen ise cihazdan alınır, erlen cihazdan alınırken erlenin içine degen hortumun ucu piset yardımıyla temizlenir.

6. Cihazdan ayrılan erlenmayer emniyetli bir alanda titrasyon için beklemeye alınır.

Titrasyon: Destilasyon ünitesinden alınan erlenmayer içerisindeki mavi renkli sıvı (amonyumborata (NH₄) BO₃,) 0.1 N HCl asit çözeltisi ile titre edilir. Renk, pembe-soğan kabuğu rengine dönüşünce titrasyona son verilir. Titrasyonda harcanan HCl miktarı kaydedilir.

5. Hesaplama

$$\text{Toplam N} = \frac{1.4007 \times (\text{Tit.har.HCl} \times \text{Fak} - \text{Kör.için harcanan HCl} \times \text{Fak}) \times 0,1}{\text{örnek miktarı}}$$

% Ham Protein = toplam N x 6.25 = HP (yem numuneleri için)

% Ham Protein = toplam N x 6.38 = HP (süt için)

Not: Aynı örnek üzerinde en az 2 paralel uygulanmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır. Paraleller arasındaki fark; %40 ve daha az ham protein içeren örneklerde paraleller ortalamasının %2.5'den, %40.1 ve daha fazla ham protein içeren örneklerde mutlak değer olarak 1'den fazla olmamalıdır.

FAKTÖR TAYİNİ

Sadece HCl asit için faktör yapılır. 50 ml saf suda 0.15 ile 0.20 gr arasında (bu aralıkta tartımların birbirine çok yakın değerler olmasına dikkat edilir) ayrı erlenmayerlerde Na₂CO₃ çözdürülür. Üzerlerine 3 damla metil kırmızısı damlatılır bu aşamada renk sarıdır. Sarı renkteki çözeltiler titrasyonda kullanılan 0.1 N HCl çözeltisi ile renk pembeye dönüşene kadar titre edilir. Titrasyonda harcanan HCl miktarı kaydedilir.

Faktör = Na₂CO₃ (gr) /sarfiyat (ml) x 0.1 x 0,053 formülü ile hesaplanır. İki adet faktör hesaplanır ve ortalaması alınır.

0.1 = HCl asitin normalitesi

0.053 = Sabit sayı

4.5.5.2. Tam Otomatik Sistemlerde Azot Tayini (Foss Kjeltec 2300 Cihazı İçin, titrasyonu otomatik olarak yapar)

1. İlke

Yem maddesinin derişik H_2SO_4 ile yakılmak suretiyle yemde bulunan azotun önce amonyum sülfata sonra alkali (sodyum hidroksit) ile amonyağa dönüştürülerek, titrasyonla amonyaktaki azot miktarının hesaplanmasıdır.

2. Araç ve Gereçler

- Hassas laboratuvar terazisi,
- Kjeldahl tüpleri,
- Foss Kjeltec 2300 aygıtı,

3. Reaktifler ve Hazırlanışları

- a. 1,84 lük (%96'lık) H_2SO_4 ,
- b. % 40 lık NaOH çözeltisi (400 g NaOH saf su ile 1 L ye tamamlanılarak hazırlanır), *En az 5 lt. Hazırlanmalıdır.*
- c. 0.2 N HCl asit çözeltisi (16.1 ml HCl saf su ile 1 L ye tamamlanılarak hazırlanır, mutlaka **Faktör Tayini** yapılmalıdır**). *En az 2 lt. Hazırlanmalıdır.*
- d. 0.1 g metil kırmızısını 100 ml ethanol veya methanol içinde, 0.1g bromokresol yeşilini 100 ml ethanol veya methanol içinde çözdükten sonra,
- e. %1 lik borik asit çözeltisi* (10 g borik asit saf su ile 1 L ye tamamlanır ve ısıtılarak çözdürülür). Solüsyon oda sıcaklığına soğutulur. *En az 5 lt. Hazırlanmalıdır.*
- f. %1 lik hazırlanan Borik asit çözeltisinin üzerine 10 ml bromokresol yeşil solüsyonu ve 7 ml metil kırmızı solüsyonu hazırlanan borik asit solüsyonu içine ilave edilir,
- g. 1 adet Katalizör (950 g potasyum sülfat (K_2SO_4) + 50 g bakır sülfat ($CuSO_4$))
- h. 0,1 M NaOH (0,4 g NaOH 100 ml içerisinde çözdürülür),
- i. Scrubber bölümü için %20'lik NaOH çözeltisi hazırlanır (Çözeltinin 10 defa yapılan yağ yakma sonrası değiştirilmesi gerekmektedir)

4. Çalışma Tekniği

Ham protein analizi aşağıdaki sırada verilen üç aşamada tamamlanır;

- Yağ yakma
- Destilasyon
- Titrasyon

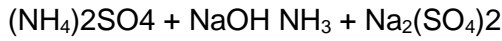
Yağ Yakma: Yem numunesi, konsantre sülfürik asit (H_2SO_4), katalizör ve ısı etkisiyle yakılır. Numunedeki azot, sülfürik asitin sülfat kökü ile bağlanarak amonyum sülfat ($(NH_4)_2SO_4$) oluşur.

Azotlu Madde + H_2SO_4 (NH_4) $_2$ SO $_4$ + H $_2$ O + CO $_2$ + SO $_2$

Yaş yakma aşağıdaki adımları içerir;

1. Yem numunesinden ortalama 1g tartılarak Kjeldahl tüpüne konur. Eğer kullandığınız yem örneklerinin protein içeriği %40'dan fazla ise örnek miktarını 0,5 g tartmak gerekmektedir.
2. Üzerine reaksiyonu hızlandırmak için 2 g kadar katalizör konur (1g lık tablet katalizör kullanılıyorsa her tüpe 2 adet, 2 g lık tablet kullanılıyorsa her tüpe 1 atılır).
3. Kjeldahl tüpünün kenarına bulaşan yemi tüp içine indirecek şekilde tüpe 12 ml sülfürik asit (H₂SO₄) ilave edilir.
4. İçerisine örnek, katalizör ve sülfürik asit eklenen Kjeldahl tüpleri yaş yakma bölümüne yerleştirilir.
5. Yaş yakma süresince (150 dakika) buharlaşan H₂SO₄'ü ortamdan uzaklaştırmak için vakum sistemi (scrubber ünitesi) çalıştırılır. *Scrubber ünitesi ilk 15 dk. Max. Seviyede daha sonra düşük seviyede çalıştırılmalıdır.*
6. Tüp içeriği berrak yeşilimsi renk oluşana kadar yaş yakma işlemine devam edilir (420°C) ve istenilen renk elde edilince tüp yaş yakma ünitesinden alınarak soğumaya bırakılır.

Destilasyon: Destilasyonda amaç yaş yakma sonucu oluşan amonyum sülfatın (NH₄)₂SO₄ sodyum hidroksitle (NaOH) muamele edilerek NH₃ (amonyak) oluşturulması ve takibinde borik asit tarafından tutularak amonyum borata (NH₄) BO₃ dönüştürmektir.

**Destilasyon aşağıdaki adımları içerir;**

1. Yaş yakma sonrası, soğutulan tüplere 50 ml saf su ilave edilerek tekrar soğumaya bırakılır (veya cihazın ayarlar bölümünde saf suyu otomatik olarak 50 ml kullanması ayarlanabilir) ve daha sonra destilasyon ünitesinin tüp kısmına yerleştirilir,
2. Tartılan yem numunesinin ağırlığı monitöre girilerek ENTER tuşuna basılır,
3. Tüpün önündeki koruma kapağı aşağı indirilerek analize başlanır,
4. *Analize başlamadan önce en az 3 kez Blank çalışması yapılarak Blank değerlerinde tekrarlanabilirlik gözlenmelidir.*

Not 1:

Kjeldahl 1 protein analizlerinde 50 ml saf su dışarıdan manüel olarak eklenecektir (önerilir),

Kjeldahl 2 protein analizlerinde otomatik 50 ml saf su için ayarlanmıştır,

Kjeldahl 3 protein analizlerinde tüplerin boşaltılması manüel olarak yapılacaktır (önerilir),
Kjeldahl 4 protein analizlerinde tüplerin boşaltılması cihaz tarafından otomatik olarak yapılacaktır,

Kjeldahl 5 protein analizlerinde cihazın temizlenmesi için sadece 70 ml saf su içeren programdır.

Not 2: Aynı örnek üzerinde en az 2 paralel uygulanmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır. Paraleller arasındaki fark; % 40 ve daha az ham protein içeren örneklerde paraleller ortalamasının % 2,5'den, % 40,1 ve daha fazla ham protein içeren örneklerde mutlak değer olarak 1'den fazla olmamalıdır.

***BORİK ASİT TAYİNİ**

25 ml borik asit solüsyonu bir erlene transfer edilir ve 100 ml saf su eklenir. Eğer solüsyon hala kırmızı ise, 0,1 M NaOH solüsyonu ile **doğal gri renge** (kurşun kalem rengi) dönünceye kadar titre edilir. 10 litre borik asit solüsyonu için gerekli NaOH solüsyon miktarı aşağıdaki formülle hesaplanır.

ml 1.0 M Alkali = ml titrant x 40

****0,2 N HCl TESTİ [Kimyasal Kontrol (Geri Kazanım Testi)]**

1. *Amonyum sülfat (NH₄)₂SO₄ > 99.5 % kullanıldığı takdirde,*

Mol. Ağırlığı = 132,14 g/mol.

Amonyum sülfat 102°C'de 4 saat kurutularak desikatör içinde saklanır,

Amonyum sülfat (% 99,5) içindeki % Nitrojen = 21.09

0.1500 g Amonyum sülfat tüp içine tartılır.

80 ml distile su ve 50 ml %40 NaOH eklenir ve distile edilir.

N =Titrantın normalitesi

(Virgülden sonra 4 hane hassasiyetle belirlenmelidir.)

2. *Amonyum demir (II) sülfat (NH₄)₂ Fe(SO₄)₂ x 6H₂O kullanıldığı takdirde,*

Mol. Ağırlığı = 392,14 g/mol.

Amonyum demir (II) sülfat içindeki % Nitrojen = 7.145

0.5 g Amonyum demir (II) sülfat bir tüp içine tartılır.

80 ml distile su ve 50 ml %40 NaOH tüp içine eklenir.

Örnek: 0,1500 g tartılan Amonyum sülfat (NH₄)₂SO₄ > %99.5, programlardan % Nitrojen seçilir, 80 ml distile su ve 50 ml %40'lık NaOH ayarlanıp titrasyon yapılır. Formülde ilk çıkan sonuç %Nitrojen yerine konulup örnek miktarına X deyip, N yerine ise 0,2 yazılarak X bulunur daha sonra aynı formülde % nitrojen yerine 21,09, X yerine ilk hesaplamadan elde edilen sonuç eklenip N yerine Y yazarak gerçek normalite hesaplanır ve cihazda ilgili yere HCl çözeltimizin esas normalitesi yazılabilir ya da aynı işlem N değeri 0,2 olana kadar tekrarlanarak düzeltilir.

KÖR (BLANK) TAYİNİ

Boş Kjeldahl tüpü cihazın destilasyon bölümüne takılır, örnek miktarı yerine sıfır girilir ve Blank seçilir daha sonra ENTER tuşlandıktan sonra ön koruma paneli aşağı indirilerek cihaz çalıştırılır. Cihazda okunan değer 0,001 ile **0,2** arasında olması istenir. Cihaz okuma değeri bundan sonraki analizler için Blank değeri olarak otomatik atanmıştır.

ANALİZ SONUCUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

% Protein değeri seçili olan cihazın okuma değeri direkt olarak eldeki örneğin ham protein içeriği olarak kayıt edilmektedir.

4.5.6. ADF (Acid Detergent Fibre) Tayini (ANKOM)*

1. İlke

Öğütülmüş ve kurutulmuş yem maddesinin NDF (nötral deterjanda çözünmeyen lif) içeriğinden hemi-selüloz içeriğinin çıkartılması ile elde edilir. Yemin kalitesi hakkında fikir verir. Yüksek ADF içerikli yemlerin sindirilebilirliği ve enerji değeri düşüktür.

2. Araç ve Gereçler

- 0.01mg hassasiyette terazi
- 100 – 105°C arası sabit sıcaklığa ayarlanabilen etüv
- 600 ±15°C ye ayarlanabilen yakma fırını
- ANKOM NDF/ADF Lif Analiz Cihazı
- ANKOM F57 Torba
- Heat Sealer-Isıticılı Torba Mühür Cihazı (ANKOM 1915)
- Desikatör
- Çözücü dirençli kalem (ANKOM F08)
- Manyetik karıştırıcı ve balık.
- 250 ml 'lik Beher, 2L 'lik Erlenmayer

3. Reaktifler

- ANKOM FAD20C Kodlu Kimyasal
- Sülfirik asit (1 N)
- Aseton

4.Çalışma Tekniği

- ✓ **Çözelti hazırlanması:** Cihazın çalıştırılması için en az 1500 ml çözeltiye gereksinim bulunmaktadır. Her 24 adet örnek için cihaz en az 1900-2000 ml çözeltiye ihtiyaç duymaktadır. Eğer 20 den daha az örnek analiz yapılacaksa örnek torbası başına 100 ml çözelti düşünülmelidir.
- ✓ Bir seferde analiz edilecek 24 örnek için çözelti hazırlanacaksa; 2000 ml 1 N lik sülfirik asit çözeltisinde 40 gr FAD20C kodlu kimyasal çözündürülür. Çözdürme işlemi sırasında söz konusu kimyasal bulaşıcı özellikte olduğu için karıştırma ve ısıtma işlemleri uygulanmalıdır.
- ✓ F57 torbalarının üzerleri numaralandırılıp darası alındıktan sonra her birisinin içine 0,5 gr 1 mm lik elekten geçirilmiş (santrifüj tipi değirmen kullanılıyorsa 2 mmlik elek kullanılmalı) havada kuru yem örnekleri konulur. Bir tane de kör için boş torba tartılır.
- ✓ F57 torbaları üst kenara 4 mm uzaktan heat sealer aleti yardımıyla kapatılır. F57 torbaları sallandığında içerisindeki yem örnekleri düzenli olarak dağılmalıdır. Hazırlanan örnekleri katlı torba rafının (bag suspender, Lif Analiz cihazının içindeki aparat) içerisine her gözde üç F57 torbası olacak şekilde yerleştirilmelidir (katlı torba rafı maksimum 24 örnek almaktadır). Analiz

sırasında 8 katı kullanılabilir. Kör için kullanılan torba en üst kata konulur. Örnekler katlı torba rafına konulduktan sonra üzerine ağırlık yerleştirilir.

- ✓ %5 den daha fazla yağ içeren örnekler torbalanmış olarak 500 ml'lik ağız kapalı kaplara konulur ve örneklerin üzerini kaplayacak kadar aseton eklenir. Ağız kapanan kap 10 kez kibarca çalkalanır ve örnekler bu kap içerisinde 10 dakika tutulur. Süre bitiminde aseton dökülür ve aynı işlem temiz asetonla tekrarlanır. İşlem sonunda torbalar asetonun uzaklaşması için serilir. Asetonu uzaklaştırılan torbalar hafifçe sallanarak numunelerin torba içinde topaklaşması önlenir.
- ✓ Daha sonra örnekler havada 5 dakika kurumaya bırakılır. Kuruyan F57 torbaları katlı torba rafına orta deliklere karşılık gelecek şekilde dizilip cihaza yerleştirilir, raf üzerine ağırlık konulur.
- ✓ Tahliye kolu (yan musluk) kapalı konuma getirilir ve çözelti makine içine doldurulur. 24 adet örnek için 1900-2000 ml önceden hazırlanan ADF solüsyonu kullanılır (Eğer analizi yapılacak örnek sayısı 20 den daha az ise her örnek için 100 ml çözelti düşünülmelidir. Ancak cihaz içine her çalıştırmada en az 1500 ml çözelti konulması gerektiği unutulmamalıdır).
- ✓ Hazırlanan çözelti cihaz içerisine dökülür; **HEAT** ve **AGITATE** düğmeleri aktif hale getirilir. Katlı torba rafının düzenli olarak çalıştığı kontrol edildikten sonra zaman sayacı **60 dakikaya** ayarlanıp cihazın üst kapağı kapatılır ve **START** düğmesine basılır.
- ✓ Süre dolduğunda cihaz uyarı vermeye başlayacaktır. Bu aşamada agigate ve heat düğmeleri kapatılır. Cihazın yan tarafındaki tahliye kolu yavaşça çevrilip içerideki çözelti tahliye edilir. Cihazın içindeki çözelti basınç altında olduğundan tahliye kolu çevrilmeden önce cihazın üst kapağı hafifçe açılmalıdır. Çözelti tahliyesi yapılırken hortumun içerden gelen basınç etkisiyle hareket edip çözeltinin lavabo dışına taşmamasına dikkat edilmelidir.
- ✓ Çözelti tahliyesi yapıldıktan sonra tahliye kolu kapatılır. Daha sonra cihazın kapağı tamamen açılarak içerisine 80-90°C sıcaklığında 2000 ml (katlı torba rafının üzerini örtecek kadar) çeşme suyu eklenir. Üst kapak kapatılır ama çok sıkıştırılmaz. Daha sonra sadece **AGITATE** düğmesi aktif hale getirilir. Zaman sayacı **5 dakikaya** ayarlanır ve süre bitiminde cihaz içerisindeki su tekrar boşaltılır.
- ✓ Yukarıda yapılan sıcak su ile kaynatma-yıkama işlemi iki defa daha yapılır ve böylece toplam 3 kez tekrarlanmış olur.
- ✓ Cihaza son olarak katlı torba rafının kolay alınmasını sağlamak amacı ile 2000 ml soğuk çeşme suyu ilave edilir. Çeşme suyu tahliye edildikten sonra katlı torba rafı çıkartılır. Torbalar katlı torba rafından dikkatli bir şekilde alınır ve hafifçe sıkılır.
- ✓ Torbalar 250 ml'lik behere konur ve üzerlerini kaplayacak şekilde aseton eklenir. Beherde torbalar 3 dakika kaldıktan sonra çıkartılır ve asetonun uzaklaşması için yavaşça sıkılır.
- ✓ Torbalar dış ortamda bir süre bekletildikten sonra 105 °C'ye ayarlı etüvde 2-4 saat kurutulur. Süre bitiminde torbalar desikatöre alınır oda sıcaklığına gelinceye kadar bekletildikten sonra tartımları yapılır.

5. Hesaplama

$$\%ADF \text{ (havada kuru)} = \frac{[W3 - (W1 \times C1) \times 100]}{W2}$$

$$\%ADF \text{ (kuru madde bazında)} = \frac{[W3 - (W1 \times C1) \times 100]}{W2 \times KM}$$

$$\%ADF_{OM} \text{ (Kuru madde bazında)} = \frac{[W4 - (W1 \times C2) \times 100]}{W2 \times KM}$$

W1: Torbaların darası

W2: Örnek ağırlığı

W3: "örnek + torba" nın kurutulduktan sonraki ağırlığı

W4: Organik madde ağırlığı (torba içerisindeki örnekler 600°C'de 8 saat tutulduktan sonra geri kalan kısmın ağırlığı)

C1: Kör ağırlığı (boş torbanın kurutulduktan sonraki ağırlığı/darası)

C2: Köre göre düzeltilmiş kül (boş torbanın organik madde analizinden sonraki ağırlık/boş torbanın orijinal ağırlığı)

Not: Aynı örnek üzerinde en az 2 paralel uygulanmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır. Paraleller arasındaki fark %20'ye kadar ADF içeren örneklerde mutlak değer olarak 0.3' den %20.1 ve daha fazla ADF içeren örneklerde paraleller ortalamasının %3' den fazla olmamalıdır.

* :VANSOSET,P.J.,ROBERTSON,J.B.,LEWIS,B.A.,1991.Method for Dietary Fiber,Neutral Detergent Fiber, and Nostarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. J. Dairy Sci.,74:3583-3597 metodundan modifiye edilmiştir.

Reaktifin Hazırlanması

1 Normal sülfirik asit hazırlanması

$N=M \cdot TD$ M =Molarite, TD =Tesir değeri (H_2SO_4 2H içerdiğinden 2 dir.)

$1=M \cdot 2$ $M=0.5$

$M = \frac{\%x \cdot d \cdot 10}{MA}$

MA

M = Molarite

$\%x$ = kütlece yüzde derişimi

d = çözeltinin özkütlesi (g/cm^3)

MA =Çözünenin mol kütlesi

$M = \frac{96 \cdot 1.84 \cdot 10}{98}$

98

$M=18.02$

$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$ $18.02 \cdot V_1 = 0.5 \cdot 2000 \text{ ml}$ $V_1 = 55.49 \text{ ml } H_2SO_4$ alınır 2L'ye tamamlanır.

4.5.7. NDF (Neutral Detergent Fibre) Tayini (ANKOM)*

1. İlke

Öğütülmüş ve kurutulmuş yem maddesi içinde hücre duvarının lifli karbonhidratları (selüloz ve hemiselüloz), lignin, ligninleşmiş ve sıcaklıkla zarar görmüş bir kısım proteinler ve silisyum içeren kısmın bulunmasıdır. Yemin hacmi-kaballığı hakkında fikir verir. Yüksek NDF içeren yemlerin hacim kaplama özelliği yüksektir.

2. Araç ve Gereçler

- 0.1 mg hassasiyette terazi
- 100 – 105°C arası sabit sıcaklığa ayarlanabilen etüv
- 600 ±15°C ye ayarlanabilen yakma fırını
- ANKOM NDF/ADF Lif Analiz Cihazı
- ANKOM F57 Torba
- Heat Sealer-Isıticılı Torba Mühür Cihazı (ANKOM 1915)Desikatör
- Çözücü dirençli kalem (ANKOM F08)
- Manyetik karıştırıcı ve balık.
- 250 ml 'lik Beher, 2L 'lik Erlen (2 adet)

3. Reaktifler

- ANKOM FND20C Kodlu Kimyasal
- Sodyum sülfid
- Trietilen glikol
- Alfa-amilaz (ANKOM özel üretim, FAA alpha Amylase, yüksek sıcaklığa dayanıklı)
- Aseton

4. Çalışma Tekniğı

- **Çözelti hazırlanması:** Cihazın çalıştırılması için en az 1500 ml çözeltiye gereksinim bulunmaktadır. Her 24 adet örnek için cihaz en az 1900-2000 ml çözeltiye ihtiyaç duymaktadır. Eğer 20 den daha az örnek analiz yapılacaksa örnek torbası başına 100 ml çözelti düşünölmelidir.
- Bir seferde analiz edilecek 24 örnek için çözelti hazırlanacaksa; 1800 ml saf suda 120 gr FND20C çözdürölür ve içerisinde 20 ml trietilen glikol eklenir. Daha sonra çözelti saf su ile 2000 ml'ye tamamlanır. Bu şekilde hazırlana çözeltinin içerisinde 20 gr sodyum sülfid ve 4 ml alfa amilaz eklenerek analiz çözeltisi hazırlanmış olunur.

- F57 torbalarının üzerleri numaralandırılıp darası alındıktan sonra her birisinin içine 0,5 gr 1 mm lik elekten geçirilmiş (santrifüj tipi değirmen kullanılıyorsa 2 mmlik elek kullanılmalı) havada kuru yem örnekleri konulur. Bir tane de kör için boş torba tartılır.
- F57 torbaları üst kenara 4 mm uzaktan heat sealer aleti yardımıyla kapatılır. F57 torbaları sallandığında içerisindeki yem örnekleri düzenli olarak dağılmalıdır. Hazırlanan örnekleri katlı torba rafının (bag suspender, Lif Analiz cihazının içindeki aparat) içerisine her gözde üç F57 torbası olacak şekilde yerleştirilmelidir (katlı torba rafı maksimum 24 örnek almaktadır). Analiz sırasında 8 katı kullanılabilir. Kör için kullanılan torba en üst kata konulur. Örnekler katlı torba rafına konulduktan sonra üzerine ağırlık yerleştirilir.
- %5 den daha fazla yağ içeren örnekler torbalanmış olarak 500 ml'lik ağzı kapalı kaplara konulur ve örneklerin üzerini kaplayacak kadar aseton eklenir. Ağzı kapanan kap 10 kez kibarca çalkalanır ve örnekler bu kap içerisinde 10 dakika tutulur. Süre bitiminde aseton dökülür ve aynı işlem temiz asetonla tekrarlanır. İşlem sonunda torbalar aseton uzaklaşması için serilir. Aseton uzaklaştırılan torbalar hafifçe sallanarak numunelerin torba içinde topaklaşması önlenir. Daha sonra örnekler havada 5 dakika kurumaya bırakılır.
- Kuruyan F57 torbaları katlı torba rafına orta deliklere karşılık gelecek şekilde dizilip cihaza yerleştirilir, raf üzerine ağırlık konulur.
- Tahliye kolu (yan musluk) kapalı konuma getirilir ve çözelti makine içine doldurulur. 24 adet örnek için 1900-2000 ml önceden hazırlanan ADF solüsyonu kullanılır (eğer analizi yapılacak örnek sayısı 20 den daha az ise her örnek için 100 ml çözelti düşünülmelidir. Ancak cihaz içine her çalıştırmada en az 1500 ml çözelti konulması gerektiği unutulmamalıdır.
- Hazırlanan çözelti cihaz içerisine dökülür ve **HEAT** ve **AGITATE** düğmeleri aktif hale getirilir. Katlı torba rafının düzenli olarak çalıştığı kontrol edildikten sonra zaman sayacı **75 dakikaya** ayarlanıp cihazın üst kapağı kapatılır ve **START** düğmesine basılır.
- Süre dolduğunda cihaz uyarı vermeye başlayacaktır. Bu aşamada agigate ve heat düğmeleri kapatılır. Cihazın yan tarafındaki tahliye kolu yavaşça çevrilip içerideki çözelti tahliye edilir. Cihazın içindeki çözelti basınç altında olduğundan tahliye kolu çevrilmeden önce cihazın üst kapağı hafifçe açılmalıdır. Çözelti tahliyesi yapılırken hortumun içerden gelen basınç etkisiyle hareket edip çözeltilerin lavabo dışına taşmamasına dikkat edilmelidir.
- Çözelti tahliyesi yapıldıktan sonra tahliye kolu kapatılır. Daha sonra cihazın kapağı tamamen açılarak içerisine 80-90°C sıcaklığında 2000 ml (katlı torba rafının üzerini örtecek kadar) çeşme suyu ve 4ml alfa amilaz eklenir. Üst kapak kapatılır ama çok sıkıştırılmaz. Daha sonra sadece **AGITATE** düğmesi aktif hale getirilir. Zaman sayacı **3 dakikaya** ayarlanır ve süre bitiminde cihaz içerisindeki su tekrar boşaltılır.
- Yukarıda yapılan sıcak su + 4 ml alfa amilaz ile kaynatma-yıkama işlemi iki defa daha yapılır ve böylece toplam 3 kez tekrarlanmış olur.
- Cihaza son olarak katlı torba rafının kolay alınmasını sağlamak amacı ile 2000 ml soğuk çeşme suyu ilave edilir. Çeşme suyu tahliye edildikten sonra katlı torba rafı çıkartılır. Torbalar katlı torba rafından dikkatli bir şekilde alınır ve hafifçe sıkılır.

- Torbalar 250 ml'lik behere konur ve üzerlerini kaplayacak şekilde aseton eklenir. Beherde torbalar 3 dakika kaldıktan sonra çıkartılır ve asetonun uzaklaşması için yavaşça sıkılır.
- Torbalar dış ortamda bir süre bekletildikten sonra 105 °C'ye ayarlı etüvde 2-4 saat kurur. Süre bitiminde torbalar desikatöre alınır oda sıcaklığına gelinceye kadar bekletildikten sonra tartımları yapılır.

5. Hesaplama

$$\%NDF \text{ (havada kuru)} = \frac{[W3 - (W1 \times C1) \times 100]}{W2}$$

$$\%NDF \text{ (kuru madde bazında)} = \frac{[W3 - (W1 \times C1) \times 100]}{W2 \times KM}$$

$$\%NDF_{OM} \text{ (Kuru madde bazında)} = \frac{[W4 - (W1 \times C2) \times 100]}{W2 \times KM}$$

W1: Torbaların darası

W2: Örnek ağırlığı

W3: "örnek +torba" nın kurutulduktan sonraki ağırlığı

W4: Organik madde ağırlığı (torba içerisindeki örnekler 600 °C'de 8 saat tutulduktan sonra geri kalan kısmın ağırlığı)

C1: Kör ağırlığı (boş torbanın kurutulduktan sonraki ağırlığı/darası)

C2: Köre göre düzeltilmiş kül (boş torbanın organik madde analizinden sonraki ağırlık/boş torbanın orijinal ağırlığı)

Not: Aynı örnek üzerinde en az 2 paralel uygulanmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır. Paraleller arasındaki fark %20'ye kadar NDF içeren örneklerde mutlak değer olarak 0.3' den %20.1 ve daha fazla NDF içeren örneklerde paraleller ortalamasının %3' den fazla olmamalıdır.

* :VANSOSET,P.J.,ROBERTSON,J.B.,LEWIS,B.A.,1991.Method for Dietary Fiber,Neutral Detergent Fiber, and Nostarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. J. Dairy Sci.,74:3583-3597 metodontan modifiye edilmiştir

4.5.8. ADL (Acid Detergent Lignin) Tayini (ANKOM)*

1. İlke

Öğütülmüş ve kurutulmuş yem maddesi içinde bitki hücre duvarı bileşiklerinden olan ve ADF (asit deterjan fiber) solüsyonlarda çözünmeyen lignin miktarının bulunmasıdır. Lignin, bitkilerin hücre çeperi içinde bulunmakta ve selülozla birlikte bitkinin odunsu yapısını ve dayanıklılığını sağlamaktadır. Yemin kalitesi hakkında bilgi verir. Yüksek ADL içerikli yemlerin sindirilebilirliği ve enerji değeri düşüktür.

2. Araç ve Gereçler

- 0.01mg hassasiyette terazi
- 100 – 105°C arası sabit sıcaklığa ayarlanabilen etüv
- 600 ±15°C ye ayarlanabilen yakma fırını
- ANKOM NDF/ADF Lif Analiz Cihazı
- ANKOM F57 Torba
- Heat Sealer-Isıticılı Torba Mühür Cihazı (ANKOM 1915)
- Porselen kroze
- Desikatör
- Çözücü dirençli kalem (ANKOM F08)
- Manyetik karıştırıcı ve balık.
- 250 ml 'lik Beher, 2L 'lik Erlenmayer, 3L 'lik Erlenmayer

3. Reaktifler

- ANKOM FAD20C Kodlu Kimyasal
- Sülfirik asit (1 N)
- % 72'lik Sülfirik asit
- Aseton

4.Çalışma Tekniği

- **Çözelti hazırlanması:** Cihazın çalıştırılması için en az 1500 ml çözeltiye gereksinim bulunmaktadır. Her 24 adet örnek için cihaz en az 1900-2000 ml çözeltiye ihtiyaç duymaktadır. Eğer 20 den daha az örnek analiz yapılacaksa örnek torbası başına 100 ml çözelti düşünölmelidir.
- Bir seferde analiz edilecek 24 örnek için çözelti hazırlanacaksa; 2000 ml 1 N lik sülfirik asit çözeltisinde 40 gr FAD20C kodlu kimyasal çözdürölür. Çözdürme işlemi sırasında söz konusu kimyasal bulaşıcı özellikte olduğu için karıştırma ve ısıtma işlemleri uygulanmalıdır.
- 1 L 1 N Sülfirik asit hazırlamak için 27.76 ml derişik sülfirik asit alınıp 1000 ml' ye saf su ile tamamlanır.
- Bir seferde analiz edilecek 24 örnek için %72'lik Sülfirik asit hazırlanacaksa; derişik sülfirik asitten (%96-98'lik) yaklaşık 1200g (%98'lik H₂SO₄'den 666 ml; %96'lik H₂SO₄ den 680 ml) alınır 433 ml (g) suda çözdürölür.
 - a) %98'lik H₂SO₄ 'den 666 mL+433 mL (g) saf su = 1099 ml olur. 1 L%72'lik H₂SO₄ çözeltisi için ise 606 mL %98'lik H₂SO₄ alınır ve 394 ml saf suda çözdürölür.

o b) %96'lık H₂SO₄'den 680 ml+433 ml (g) saf su = 1113 ml olur. 1 L %72 H₂SO₄ çözeltisi için ise 610 ml %96'lık H₂SO₄ alınır ve 390 ml saf suda çözündürülür.

- F57 torbalarının üzerleri numaralandırılıp darası alındıktan sonra (W1) her birisinin içine 0,5 gram 1 mm lik elekten geçirilmiş (santrifüj tipi değirmen kullanılıyorsa 2 mm'lik elek kullanılmalı) havada kuru yem örnekleri konulur (W2). Bir tane de kör için boş torba tartılır (C1).
- F57 torbaları üst kenara 4 mm uzaktan heat sealer aleti yardımıyla kapatılır. F57 torbaları sallandığında içerisindeki yem örnekleri düzenli olarak dağılmalıdır. Hazırlanan örnekleri katlı torba rafının (bag suspender, Lif Analiz cihazının içindeki aparat) içerisine her gözde üç F57 torbası olacak şekilde yerleştirilmelidir (katlı torba rafı maksimum 24 örnek almaktadır). Analiz sırasında 8 katı kullanılabilir. Kör için kullanılan torba en üst kata konulur. Örnekler katlı torba rafına konulduktan sonra üzerine ağırlık yerleştirilir.
- %5 den daha fazla yağ içeren örnekler torbalanmış olarak 500 ml'lik ağzı kapalı kaplara konulur ve örneklerin üzerini kaplayacak kadar aseton eklenir. Ağız kapanan kap 10 kez kibarca çalkalanır ve örnekler bu kap içerisinde 10 dakika tutulur. Süre bitiminde aseton dökülür ve aynı işlem temiz asetonla tekrarlanır. İşlem sonunda torbalar asetonun uzaklaşması için serilir. Asetonu uzaklaştırılan torbalar hafifçe sallanarak numunelerin torba içinde topaklaşması önlenir.
- Daha sonra örnekler havada 5 dakika kurumaya bırakılır. Kuruyan F57 torbaları katlı torba rafına orta deliklere karşılık gelecek şekilde dizilip cihaza yerleştirilir, raf üzerine ağırlık konulur.
- Tahliye kolu (yan musluk) kapalı konuma getirilir ve çözelti makine içine doldurulur. 24 adet örnek için 1900-2000 ml önceden hazırlanan ADF solüsyonu kullanılır (Eğer analizi yapılacak örnek sayısı 20 den daha az ise her örnek için 100 ml çözelti düşünülmelidir. Ancak cihaz içine her çalıştırmada en az 1500 ml çözelti konulması gerektiği unutulmamalıdır).
- Hazırlanan çözelti cihaz içerisine dökülür; **HEAT** ve **AGITATE** düğmeleri aktif hale getirilir. Katlı torba rafının düzenli olarak çalıştığı kontrol edildikten sonra zaman sayacı **60 dakikaya** ayarlanıp cihazın üst kapağı kapatılır ve **START** düğmesine basılır.
- Süre dolduğunda cihaz uyarı vermeye başlayacaktır. Bu aşamada **AGITATE** ve **HEAT** düğmeleri kapatılır. Cihazın yan tarafındaki tahliye kolu yavaşça çevrilip içerideki çözelti tahliye edilir. Cihazın içindeki çözelti basınç altında olduğundan tahliye kolu çevrilmeden önce cihazın üst kapağı hafifçe açılmalıdır. Çözelti tahliyesi yapılırken hortumun içerden gelen basınç etkisiyle hareket edip çözeltinin lavabo dışına taşmamasına dikkat edilmelidir.
- Çözelti tahliyesi yapıldıktan sonra tahliye kolu kapatılır. Daha sonra cihazın kapağı tamamen açılarak içerisine 80-90°C sıcaklığında 2000 ml (katlı torba rafının üzerini örtecek kadar) çeşme suyu eklenir. Üst kapak kapatılır ama çok sıkıştırılmaz. Daha sonra sadece **AGITATE** düğmesi aktif hale getirilir. Zaman sayacı **5 dakikaya** ayarlanır ve süre bitiminde cihaz içerisindeki su tekrar boşaltılır.

- Yukarıda yapılan sıcak su ile kaynatma-yıkama işlemi iki defa daha yapılır ve böylece toplam 3 kez tekrarlanmış olur.
- Cihaza son olarak katlı torba rafının kolay alınmasını sağlamak amacı ile 2000 ml soğuk çeşme suyu ilave edilir. Çeşme suyu tahliye edildikten sonra katlı torba rafı çıkartılır. Torbalar katlı torba rafından dikkatli bir şekilde alınır ve hafifçe sıkılır.
- Torbalar 250 ml'lik behere konur ve üzerlerini kaplayacak şekilde aseton eklenir. Beherde torbalar 3 dakika kaldıktan sonra çıkartılır ve asetonun uzaklaşması için yavaşça sıkılır.
- Torbalar dış ortamda bir süre bekletildikten sonra 105 °C'ye ayarlı etüvde 2-4 saat kurur. Süre bitiminde torbalar desikatöre alınır oda sıcaklığına gelinceye kadar bekletildikten sonra tartımları yapılır.
- Daha sonra torbalar 3 L' lik beherin içerisine konularak üzerine torbaları örtecek kadar (yaklaşık 250 ml) % 72'lik sülfirik asit eklenir.
- 2 L' lik beher 3 L' lik beherin içine daldırılarak torbalar tamamen dibe batırılır. Bu işlem her 30 dakikada bir hafifçe çalkalanır ve 2 L' lik beher aşağı yukarı hareket ettirilerek torbalar karıştırılır.
- 3 saat sonunda % 72'lik sülfirik asit boşaltılarak torbalardaki asit tamamen temizleninceye kadar muluk suyu altında yıkanır. Ph nötral seviye olana kadar yıkamaya devam edilir.
- Torbaları sudan arındırmak için yaklaşık 3 dakika boyunca yaklaşık 250 ml asetonla yıkanır.
- Daha sonra 105 °C'ye ayarlı etüvde 2-4 saat kurur. Süre bitiminde torbalar desikatöre alınır oda sıcaklığına gelinceye kadar bekletildikten sonra tartımları yapılır (W3).
- Daha sonra torbalar, darası alınmış porselen krozelere konularak 550 °C' ye ayarlı kül fırınında 3 saat yakılır ve süre bitiminde porselen krozeler desikatöre alınır oda sıcaklığına gelinceye kadar bekletildikten sonra tartımları yapılır (W4). Bir tane de kör için boş torba tartılır (C2).

5. Hesaplama

$$\%ADL \text{ (havada kuru)} = \frac{[W3 - (W1 \times C1) \times 100]}{W2}$$

$$\%ADL \text{ (kuru madde bazında)} = \frac{[W3 - (W1 \times C1) \times 100]}{W2 \times KM}$$

$$\%ADL_{OM} \text{ (Kuru madde bazında)} = \frac{[W4 - (W1 \times C2) \times 100]}{W2 \times KM}$$

W1: Torbaların darası

W2: Örnek ağırlığı

W3: "örnek + torba" nın asit uygulaması yapıp kurutulduktan sonraki ağırlığı

W4: Organik madde ağırlığı (torba içerisindeki örnekler 550°C'de 3 saat tutulduktan sonra geri kalan kısmın ağırlığı)

C1: Kör ağırlığı (boş torbanın kurutulduktan sonraki ağırlığı/darası)

C2: Köre göre düzeltilmiş kül (boş torbanın organik madde analizinden sonraki ağırlık/boş torbanın orijinal ağırlığı)

Not: Aynı örnek üzerinde en az 2 paralel uygulanmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır. Paraleller arasındaki fark %20'ye kadar ADL içeren örneklerde mutlak değer olarak 0.3' den %20.1 ve daha fazla ADL içeren örneklerde paraleller ortalamasının %3' den fazla olmamalıdır.

* :VANSOSET,P.J.,ROBERTSON,J.B.,LEWIS,B.A.,1991.Method for Dietary Fiber,Neutral Detergent Fiber, and Nostarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. J. Dairy Sci.,74:3583-3597 metodundan modifiye edilmiştir.

4.5.9. Ham Selüloz Tayini*

1. İlke

Yem maddesi arka arkaya belirli konsantrasyonlardaki sülfürik asit ve sodyum hidroksit ile kaynatılır, süzülür ve asetonla yıkanır. Kalıntı kurutulur ve yakılır. Yakma sonucu ağırlık farkı ham selüloz miktarını verir.

2. Araç ve Gereçler

- 0.1 mg hassasiyette terazi
- 100 – 105°C arası sabit sıcaklığa ayarlanabilen etüv
- 600 ±15°C ye ayarlanabilen yakma fırını
- ANKOM NDF/ADF Lif Analiz Cihazı
- ANKOM F57 Torba
- Isıtıcılı Torba Mühür Cihazı (ANKOM 1915)
- Desikatör
- Çözücü dirençli kalem (ANKOM F08)
- Manyetik karıştırıcı ve balık.
- 250 ml 'lik Beher, 2L 'lik Erlenmayer (2 adet)

3. Reaktifler:

- 0.255±0.005 Normallik Sülfirik asit (H₂SO₄) çözeltisi.
- 0.313±0.005 Normallik Sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi.
- Petrol eteri

4. Çalışma Tekniği

- F57 torbalarının üzerleri numaralandırılıp darası alındıktan sonra her birisinin içine 0,5 gr 1 mm lik elekten geçirilmiş (santrifüj tipi değirmen kullanılıyorsa 2 mm'lik elek kullanılmalı) havada kuru yem örnekleri konulur. Bir tane de kör için boş torba tartılır.
- F57 torbaları üst kenara 4 mm uzaktan heat sealer aleti yardımıyla kapatılır. F57 torbaları sallandığında içerisindeki yem örnekleri düzenli olarak dağılmalıdır.
- Hazırlanan örnekleri katlı torba rafının (bag suspender, Lif Analiz cihazının içindeki aparat) içerisine her gözde üç F57 torbası olacak şekilde yerleştirilmelidir (katlı torba rafı maksimum 24 örnek almaktadır). Analiz sırasında 8 katı kullanılabilir. Kör için kullanılan torba en üst kata konulur. Örnekler katlı torba rafına konulduktan sonra üzerine ağırlık yerleştirilir.

- %5 den daha fazla yağ içeren örnekler torbalanmış olarak 500 ml'lik ağzı kapalı kaplara konular ve örneklerin üzerini kaplayacak kadar aseton eklenir. Ağzı kapanan kap 10 kez kibarca çalkalanır ve örnekler bu kap içerisinde 10 dakika tutulur. Süre bitiminde petrol eteri dökülür ve aynı işlem temiz asetonla tekrarlanır. İşlem sonunda torbalar petrol eterinin uzaklaşması için serilir. Petrol eteri uzaklaştırılan torbalar hafifçe sallanarak numunelerin torba içinde topaklaşması önlenir.
- Daha sonra örnekler havada 5 dakika kurumaya bırakılır. Kuruyan F57 torbaları katlı torba rafına orta deliklere karşılık gelecek şekilde dizilip cihaza yerleştirilir, raf üzerine ağırlık konulur.
- Her 24 adet örnek için 1900-2000 ml çözelti kullanılır (analizi yapılacak örnek sayısı 20 den daha az ise her örnek için 100 ml çözelti düşünülmeli; ancak cihaz içine her çalıştırmada en az 1500 ml çözelti konulması gerektiği unutulmamalıdır).
- Örneklerin dizildiği katlı raf cihaza yerleştirilir cihazın yan tarafındaki tahliye kolunun kapalı olup olmadığı kontrol edildikten sonra 0.255 ± 0.005 Normallik Sülfirik asit (H_2SO_4) çözeltisi cihaza eklenir.ve üst kapağı sıkıca kapatılır. Cihazın **HEAT** ve **AGITATE** düğmeleri aktif hale getirilir ve süre **40 dakikaya** ayarlanır (cihaz analizden önce kullanılmış ve hala sıcak ise selüloz analizine başlamadan önce cihaz soğuk su ilavesi ile soğutulur ve içindeki su tahliye edildikten sonra kullanıma hazırlanır).
- 40 dakikanın sonunda asit çözeltisi cihazdan tahliye edilir. Cihazın içindeki çözelti basınç altında olduğundan tahliye kolu çevrilmeden önce cihazın üst kapağı hafifçe açılmalıdır. Çözelti tahliyesi yapılırken hortumun içerden gelen basınç etkisiyle çözeltinin lavabo dışına taşmamasına dikkat edilmelidir.
- Asit çözeltisi tahliyesi edildikten sonra tahliye kolu kapatılır. Daha sonra cihazın kapağı tamamen açılarak içerisine 2000 ml (katlı torba rafının üzerini örtecek kadar) $80-90^\circ C$ ye ısıtılmış çeşme suyu eklenir. Kapak kısmı kapatılır ama çok sıkıştırılmaz. Daha sonra sadece **AGITATE** düğmesi aktif hale getirilir. Zaman sayacı 5 dakikaya ayarlanır ve süre bitiminde cihaz içerisindeki su tekrar boşaltılır sıcak su ile yıkama işlemi bir kez daha tekrarlanır.
- Asit çözeltisi için yapılan işlemler 0.313 ± 0.005 Normallik **alkali çözeltisi** (Sodyum hidroksit, NaOH) için de yapılır.
- Alkali çözeltisi (NaOH) tahliyesi edildikten sonra tahliye kolu kapatılır. Daha sonra cihazın kapağı tamamen açılarak içerisine 2000 ml (katlı torba rafının üzerini örtecek kadar) $80-90^\circ C$ ye ısıtılmış çeşme suyu eklenir. Kapak kısmı kapatılır ama çok sıkıştırılmaz. Daha sonra sadece **AGITATE** düğmesi aktif hale getirilir. Zaman sayacı **5 dakikaya** ayarlanır ve süre bitiminde cihaz içerisindeki su tekrar boşaltılır.
- Asit çözeltisi ($0.255 N$ 'lik H_2SO_4) ve alkali çözeltisi ($0.313 N$ 'lik NaOH) ile kaynatma işlemleri sonunda katlı raf cihazdan çıkartılır. Torbalar katlı torba rafından dikkatli bir şekilde alınır ve hafifçe sıkılır.
- Torbalar 250 ml'lik behere konur ve üzerlerini kaplayacak şekilde aseton eklenir. Beherde torbalar 3 dakika kaldıktan sonra çıkartılır ve asetonun uzaklaşması için yavaşça sıkılır.

- Torbalar dış ortamda asetonun uçması için bir süre bekletildikten sonra tartılıp önceden kurutulmuş ve tartılmış krozelere konular 105 °C'ye ayarlı etüvde 2-4 saat kurutulur Süre bitiminde krozelere desikatöre alınır oda sıcaklığına gelinceye kadar bekletildikten sonra tartımları yapılır ve bu ağırlık A1 olarak kaydedilir (torba +lif+kroze).
- Ağırlığı A1 olarak kaydedilen içerisinde torbaların olduğu krozelere 600 ± 15°C'ye ayarlı kül fırınında 2 saat süreyle yakılır. Süre sonunda krozelere desikatöre alınır, soğuduktan sonra tartılır ve tartım A2 olarak kaydedilir(kroze +kül).
- Boş torbanın organik maddesi ayrıca hesaplanır ve A3 olarak kaydedilir.

5.Hesaplama:

$$W_2 = [(A1)-(A2)] - [A3]$$

$$W_2 = [(torba +lif+kroze) - (kroze +kül)] - [(krozel +boş torba)-(kroze +boş torba külü)]$$

$$\% \text{ Ham selüloz} = \frac{100 \times (W_2)}{W_1}$$

W₁: Numune ağırlığı

W₂ : organik madde (ham selüloz) ağırlığı

Not: Aynı örnek üzerinde en az 2 paralel uygulanmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır. Paraleller arasındaki fark %0.2-10 arasında ham selüloz içeren örneklerde mutlak değer olarak 0.3' den %10.1 ve daha fazla ham selüloz içeren örneklerde paraleller ortalamasının %3' den fazla olmamalıdır. Yapılan işlemler analiz cetveline kaydedilir.

* :VANSOSET,P.J.,ROBERTSON,J.B.,LEWIS,B.A.,1991.Method for Dietary Fiber,Neutral Detergent Fiber, and Nostarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. J. Dairy Sci.,74:3583-3597 metodundan modifiye edilmiştir.

Reaktiflerin Hazırlanması

Dikkat: H_2SO_4 (Sülfirik asit) yakıcı bir madde olduğundan eldivensiz asla çözelti hazırlanamaz.

- **0.313 N NaOH çözeltisi için**

$$M = \frac{m}{V}$$

$N=M*TD$ M=Molarite, TD=Tesir değeri

0,313= 0,313*1 (NaOH 1 tane OH içerdiğinden tesir değeri 1'dir.)

M=mol/litre	0,313=mol/2000	mol=0,626 mol
1 mol NaOH	40 g	
<u>0,626 mol NaOH</u>	<u>X</u>	

X=25,04 gram

25.04 gram NaOH tartılıp bir miktar saf suda çözündürülür (400 ml gibi) sonra çözelti 2000 ml ye tamamlanır.

- **0.255 N H_2SO_4 çözeltisi için** (Çözelti hesaplamada yoğunluk ve % var ise bu formül ile hesaplanır).

$N=M*TD$ M=Molarite, TD=Tesir değeri (H_2SO_4 2H içerdiğinden 2 dir.)

$$0.255=M*2 \quad M=0.1275$$

$$M = \frac{\% x * d * 10}{MA}$$

M= Molarite

%x= kütlece yüzde derişimi

d= çözeltinin özkütlesi (g/cm^3)

MA=Çözünenin mol kütlesi

$$M = \frac{96 * 1.84 * 10}{98}$$

M=18.02

$$M_1 * V_1 = M_2 * V_2 \quad 18.02 * V_1 = 0.1275 * 2000 \text{ ml} \quad V_1 = 14.15 \text{ ml } H_2SO_4 \text{ alınır 2L'ye tamamlanır.}$$

14.15 ml Sülfirik asit gibi kuvvetli asitlerin **çözeltisi** hazırlanırken öncelikle balon jojeye bir miktar saf su konulmalı, üzerine **asit** azar azar ilave edilmeli, daha sonra da saf su ile hacim çizgisine yani 2000 ml'ye tamamlanmalıdır.

Analiz Bilgi Formu

Tarih:...../..../20...

Analizi yapan kişinin adı soyadı:

Analizin Adı:

Analizin Amacı:

Analizde Kullanılan Malzemeler:

Analizin Yapılışı:

Analizin Hesaplanması ve Sonucu:

Analizin Yorumu:

Yararlanılan Kaynaklar:

Not: (Dersi alan öğrencilerin yaptıkları her analiz sonucu hazırlanan analiz bilgi formları sonuç raporları dönem sonunda değerlendirmeye alınır.)

KURU MADDE ANALİZ CETVELİ

Ç.Ü. Ziraat Fakültesi
Zootekni Bölümü
Yemler ve Hayvan Besleme ABD

Analiz Tarihi:
Numune Adı:

	1. paralel	2. paralel	3. paralel
Kap No			
Kuru Kap dara, g			
Örnek , g			
Örnek + Kuru Kap Dara, g			
Kuru Örnek + Kuru Kap dara,g			
Kuru madde, %			

$$\text{Hesaplama \% kuru madde} = \frac{c - a}{b - a} \times 100$$

a: kuru kap darası

b: kuru kap darası + örnek

c: kuru kap darası + kuru örnek

HAM KÜL ANALİZ CETVELİ

Ç.Ü. Ziraat Fakültesi
Zootečni Bölümü
Yemler ve Hayvan Besleme ABD

Analiz Tarihi:
Numune Adı:

	1. paralel	2. paralel	3. paralel
Kroze No			
Kuru kroze dara, g			
Örnek , g			
Örnek +Kuru Kroze Dara, g			
Kül + Kuru Kroze dara, g			
Ham Kül, %			

$$\text{Hesaplama \% Ham Kül} = \frac{c - a}{b - a} \times 100$$

a: kuru kroze darası

b: kuru kroze darası + Örnek

c: kuru kroze darası + Ham Kül

HAM YAĞ (ANKOM) ANALİZ CETVELİ

Ç.Ü. Ziraat Fakültesi
Zootekni Bölümü
Yemler ve Hayvan Besleme ABD

Analiz Tarihi:
Numune Adı:

	1. paralel	2. paralel	3. paralel
Torba Darası, g			
Örnek Miktarı, g			
Ekstr. Öncesi Kurutma Sonrası Örnek+Torba , g			
Ekstr. Sonrası Kurutma Sonrası Örnek+Torba , g			
Ham Yağ, %			

W1 : Örnek Miktarı

W2 :Ekstr. Öncesi Kurutma Sonrası Örnek+Torba

W3 : Ekstr. Sonrası Kurutma Sonrası Örnek+Torba

W4: Torba Darası

$$\text{Hesaplama: \% Ham Yağ} = 100 \times \frac{[(W2 - W4) - (W3)]}{W1}$$

HAM PROTEİN (OTO. TİTRASYON) ANALİZ CETVELİ

Ç.Ü. Ziraat Fakültesi
Zootekni Bölümü
Yemler ve Hayvan Besleme ABD

Analiz Tarihi:
Numune Adı:

	1. paralel	2. paralel	3. paralel
Tüp No			
Örnek Miktarı, g			
Katalizör , tablet			
% 97 'lik (H₂SO₄), ml			
% Ham Protein			

ADF (ANKOM) ANALİZ CETVELİ

Ç.Ü. Ziraat Fakültesi
Zootekni Bölümü
Yemler ve Hayvan Besleme ABD

Analiz Tarihi:
Numune Adı:

	1. paralel	2. paralel	3. paralel
Torba No			
Torba Darası, g			
Örnek Miktarı, g			
İşlem Öncesi Kör Torba, g			
İşlem Sonrası Kör Torba, g			
İşlem Sonrası Kuru Örnek+Torba Ağırlığı, g			
% ADF			

W1: Torba Darası

W2: Örnek Miktarı

W3: İşlem sonrası Kuru Örnek+Torba Ağırlığı

C1: Kör ağırlığı (boş torbanın kurutulduktan sonraki ağırlığı/darası)

HESAPLAMA

$$\%ADF \text{ (havada kuru)} = \frac{[W3 - (W1 \times C1)]}{W2} \times 100$$

NDF (ANKOM) ANALİZ CETVELİ

Ç.Ü. Ziraat Fakültesi
Zootekni Bölümü
Yemler ve Hayvan Besleme ABD

Analiz Tarihi:
Numune Adı:

	1. paralel	2. paralel	3. paralel
Torba No			
Torba Darası, g			
Örnek Miktarı, g			
İşlem Öncesi Kör Torba, g			
İşlem Sonrası Kör Torba, g			
İşlem Sonrası Kuru Örnek+Torba Ağırlığı, g			
% NDF			

W1: Torba Darası

W2: Örnek Miktarı

W3: İşlem sonrası Kuru Örnek+Torba Ağırlığı

C1: Kör ağırlığı (boş torbanın kurutulduktan sonraki ağırlığı/darası)

HESAPLAMA

$$\% \text{ NDF (havada kuru)} = \frac{[W3 - (W1 \times C1)]}{W2} \times 100$$

ADL (ANKOM) ANALİZ CETVELİ

Ç.Ü. Ziraat Fakültesi
Zootekni Bölümü
Yemler ve Hayvan Besleme ABD

Analiz Tarihi:
Numune Adı:

	1. paralel	2. paralel	3. paralel
Torba No			
Torba Darası, g			
Örnek Miktarı, g			
İşlem Öncesi Kör Torba, g			
İşlem Sonrası Kör Torba, g			
Asit uygulama İşlem Sonrası Kuru Örnek+Torba Ağırlığı, g			
% ADL			

W1: Torba Darası

W2: Örnek Miktarı

W3: Örnek + Torbanın Asit Uygulaması Yapılıp Kurutulduktan Sonraki Ağırlığı

C1: Kör ağırlığı (boş torbanın kurutulduktan sonraki ağırlığı/darası)

HESAPLAMA

$$\%ADL \text{ (havada kuru)} = \frac{[W3 - (W1 \times C1)]}{W2} \times 100$$

HAM SELÜLOZ (ANKOM) ANALİZ CETVELİ

Ç.Ü. Ziraat Fakültesi
Zootekni Bölümü
Yemler ve Hayvan Besleme ABD

Analiz Tarihi:
Numune Adı:

	1. paralel	2. paralel	3. paralel
Torba Darası (Kör için), g			
Torba Darası, g			
Örnek Miktarı, g			
İşlem +Kurutma Sonrası Torba+Örnek Ağırlığı			
Kroze Darası			
Yakma Sonrası Kroze+Kül			
% Ham Selüloz			

W1: Örnek miktarı
W2 : organik madde ağırlığı

A1= Kroze darası +Kurutma sonrası örnek+torba ağırlığı

A2= kroze+kül

A3= [(kroze+boş torba)-(kroze+boş torba külü)]

$W_2 = [(A1)-(A2)] - [A3]$

$$\% \text{ Ham Selüloz} = \frac{100 \times (W_2)}{W_1}$$

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
ZİRAAT FAKÜLTESİ
ZOOTEKNİ BÖLÜMÜ
YEMLER VE HAYVAN BESLEME ANABİLİM DALI
YEM ANALİZ ÖZET RAPORU

Örneğin Çeşidi:

Örneği Gönderen:

Örneğin Geliş Tarihi:.....

YEM ANALİZ SONUÇ ÇİZELGESİ

Parametre	1. Paralel	2. Paralel	3. Paralel	ORTALAMA
Kuru Madde (%)				
Ham Kül (%)				
Ham Yağ (%)				
Ham Protein (%)				
Ham Selüloz (%)				
Azotsuz Öz Madde (%)				
ADF (%)				
NDF (%)				
ADL (%)				
ME (rum*) kcal/kg				
ME (rum**) kcal/kg				
ME (kan**) kcal/kg				

Not: Weende Analizleri 29955 Sayılı Resmi Gazete, 21 Ocak 2017. YEMLERİN RESMÎ KONTROLÜ İÇİN NUMUNE ALMA VE ANALİZ METOTLARINA DAİR YÖNETMELİK'e uygun yapılmıştır. ADF, NDF, Lignin ve Ham Selüloz analizleri Van Soest (1992)'e göre yapılmıştır.

*: MAFF (1975)

** : TSE-9610

Analizi Yapan

Onaylayan

YEM ve HAYVAN BESLEME TERİMLER SÖZLÜĞÜ

Abomasum: Geviş getiren hayvanların salgılayıcı aktiviteye sahip gerçek mide olan dördüncü bölümdür. Tek mideli hayvanların bezli midelerine benzer işlevlere sahiptir.

Absorbsiyon: Besin maddelerinin (ya da diğer bileşimlerin) sindirim kanalından (ya da deri gibi diğer dokulardan) kan ve/veya lenf sistemi içerisine geçişi.

Acılaşıma: Kısmi bozuşma-oksidasyon geçiren yağların tanımlanmasında kullanılan bir terim; acılaştırmış yağların hoş olmayan tatlar ya da kokuları olabilir ve zehirleyici olabilirler.

Aç: Fizyolojik ve/veya fiziksek olarak tok olmayan

Ad libitum: Yem ya da suyun serbest tüketilmesi. Tamamen serbest, sınırlama olmaksızın.

ADF (Acid Detergent Fiber): Asit deterjanda çözünmeyen fiber; bir yem maddesinin asit deterjanda çözünmeyen fiber kısmı; NDF içerisinden hemi-selüloz çıkartılarak elde edilir. Bu nedenle bu fraksiyon, yemin sindirilebilirliğinin olumsuzluğu ve hayvanın sağlayacağı enerji alımı hakkında fikir veren iyi bir göstergedir (ADF=selüloz+lignin)

ADL (Acid Detergent Lignin): yemin gerçek selüloz olmayan odunsu madde olan lignin içeriğidir. Asit deterjanda çözünmeyen lignin; bir yem maddesinin asit deterjanda çözünmeyen lignin'den (gerçek selüloz olmayan) oluşan kısmı

Aerobik: Oksijenli ortamda yaşama ya da işlev görme.

Ağız sütü: Memeli hayvanların doğumu izleyen 3-4 gün süreyle verdikleri antikor ve besin maddelerince zengin koyu kıvamlı süt.

Albumin: Küresel yapıda proteinler grubu; kan serum proteininin ana bileşeni.

Alkalilerle işleme: Kaba veya kesif yem kaynağının sindirilebilirliğini artırmak veya kontrol etmek için üre, amonyak vb. alkali maddelerle işleme

Alimenter (Beslenme): Yem ya da gıda ile yapılmak zorunda olan.

Alimenter kanal (Beslenme kanalı): Sindirim ya da mide-bağırsak kanalı ile eş anlamlı bir terimdir.

Amilaz: Nişastayı maltoza ya da glikoza parçalayan birkaç enzimden biri.

Amiloz: Birçok bitkide depo enerji kaynağı olan nişastanın %15-30'nu oluşturmakta olup, glukoz moleküllerinin alfa1-4 glikozidik bağlarla oluşturduğu düz zincirli suda çözünabilir bileşik

Amino asit: Karbon iskeletine, bu iskelete bağlı ve kendisine asidik özellik veren bir karboksil (-COOH) grubuna ve yine karbon iskeletine bağlı ve kendisine temel özellik veren en az bir amino (NH₂) grubuna sahip, proteinlerin yapı taşı kimyasal bileşik.

Amino asit ek yemi: Hayvanların amino asit gereksinimini karşılamak amacıyla yeme ilave edilen veya rasyon bileşiminde yer alan çoğunlukla sentetik olarak imal edilmiş esansiyel amino asit.

Amino asitler, esansiyel olmayan (zorunlu olmayan): Hayvanların dokularında bir kısmı ya da tamamı sentezlenebilen amino asitler; bunlar, alanin, aspartik asit, sitrulin, sistin, glutamik asit, glisin, hidroksiprolin, prolin, serin ve tirozinî kapsar.

Aminoasitstatik kuram: Organizmadaki açlığın kan amino asit düzeyi ile ilişkili olduğu savına dayalı açlık-tokluk kuramı

Anaerobik: Oksijensiz ortamda yaşayan ya da işlev gören.

Anabolizma: Basit moleküllerden karmaşık moleküllerin oluşturulduğu metabolik yol

Anemi: Kandaki alyuvarların, hemoglobinin ya da her ikisinin yetersizliği.

Antagonist: Başka bir maddeyi etkisiz kılan ya da karşı etki gösteren madde

Antibiyotik: Bir mikroorganizma tarafından üretilen ve başka bir mikroorganizma üzerinde engelleyici etkisi olan madde.

Antioksidan: Diğer bileşiklerin oksidasyonunu engelleyen madde.

Antivitamin: Bir vitaminin sentezini ya da vitaminin metabolizmasını engelleyen madde

Anüs: Mide-bağırsak kanalının çıkış uçundaki ağızı.

Aromatik amino asitler: Benzen halkası içeren amino asitler olup fenilalanin, trozin ve triptofan bu grupta yer alır.

Arpalama: Kolay fermente olabilir karbonhidratlarca zengin yemlerin aşırı tüketimi nedeniyle işkembede organik asit üretiminin artmasına bağlı aşırı pH düşüklüğü

Asetik asit: Mikrobiyal fermantasyonun bir sonucu olarak rumende veya suca zengin yemlerin silolanması sırasında ve sirkede yaygın olarak bulunan uçucu yağ asitlerinden biri.

Asidoz: işkembede veya kan pH'sında aşırı düşme, asitlik düzeyinin yükselmesi

Askorbik asit: Bakınız, Vitaminler, suda eriyen; Vitamin C.

Aspire edilmiş, aspire etme: Hava yardımıyla saman, toz ve diğer hafif maddeleri uzaklaştırma.

Ayrıştırma (işlem): Partikül boyutu, şekil ve/veya yoğunluğun sınıflandırılması.

Ayrıştırma, manyetik (işlem): Manyetik çekim ile demirli maddeleri uzaklaştırma.

B grubu vitaminleri: Suda eriyen vitaminler sınıfında yer alan Tiamin (B1), Riboflavin (B2), Piridoksin (B6), Niasin, Pantotenik asit, Kolin, Folik asit, Biyotin, Siyanokobalamin (B12) içeren vitamin grubudur.

Bağırsak kanalı: İnce ve kalın bağırsaklar.

Bağışıklık sistemi: Bir organizmayı hastalıklara karşı koruyan, patojenleri ve tümör hücrelerini tanıyıp onları yok eden işleyişlerin tamamıdır.

Baklagiller: Fabales takımından çoğunu otsu bitkilerin oluşturduğu çalı ve ağaç türlerini de içeren büyük bir familya olup 400 cins ve 10.000 dolayında tür içermekte olup, fasulye, bakla, nohut, soya, mercimek, bezelye gibi insan gıdası olarak kullanılan türler bu familyadandır. Baklagiller otsu bir yapıya sahip olabildikleri gibi odunsu bir yapıya da sahip olabilirler. Yalancı akasya, yabani keçiboynuzu, akasya, gülibrişim gibi türler odunsu yapıya sahiptir. Yapraklar saplı, hemen hepsinde almaşık dizili; tüysü, elsi veya üç yapraklıdır.

Baklagil yeşil yemleri: Baklagil grubuna ait olan ve hayvan beslemede yeşil yem olarak kullanılan yonca, fiğ, korunga vb. yem bitkileri.

Bazal metabolizma: Hiç verim vermeyen tamamen dinlenik durumda ve sindirim sonrası besin madde emilim olaylarının bitmesini takip eden dönemdeki bir hayvanın normal yaşama faaliyetleri için vücutlarında ürettikleri ısı.

Beriberi: B grubu vitaminlerinden biri olan tiaminin (B₁) akut bir yetersizliği.

Besi: Genç hayvanların et üretimi amacıyla hızlı büyümelerini sağlamak için yoğun beslenmesi

Besin maddesi: Hayvanların yaşamlarını devam ettirmek, et, süt, yumurta ve döl vermek için gereksinim duydukları ve rasyonla almak zorunda oldukları elementler veya maddeler (su, protein, karbohidrat, yağ, vitamin, mineral)'dir.

Besin maddesi emilimi: Besin maddelerinin sindirim sisteminde sindirilmelerini takiben bağırsak epitelinden geçerek kan dolaşımına katılması.

Beslenmeyi engelleyici madde: Yem/gıda maddelerinde doğal olarak bulunan ve besin maddelerinin yararlılığını, sindirimini veya emilimini engelleyen maddeler.

Beyaz kas hastalığı: Selenyum veya vitamin E noksanlığına bağlı olarak şekillenen metabolik bir hastalık.

Bezel mide: Kanatlı hayvanlarda salgı aktivitesine sahip bezli mide, kursak ile taşlık arasında yer alan kısım

Bileşen, yem bileşeni: Hayvan yemi olarak kullanılan madde veya hayvan yeminin hazırlanmasında hammadde olarak kullanılan materyal.

Bitirme yemi: Besinin son döneminde kullanılan yem

Bitiş: Gıda için bir hayvan kesime hazırlamak üzere besiyeye çekmek; aynı zamanda, bu gibi bir hayvanın besisi düzeyi.

Biyohidrojenasyon: Ruminant hayvanlarda yemlerle alınan doymamış yağ asitlerinin iştakemede mikroorganizmalarca doyurulması, hidrojenize edilmesi

Biyolojik Değer: Bir proteinin gerek duyulan esansiyel amino asitleri sağlanmasıyla olan verimliliği; genellikle yüzde oran ile açıklanır.

Biyopsi: Canlı bedenden doku ya da başka maddenin çıkartılması ve incelenmesi.

Bloklanmış, bloklama (işlem): Birbirinden ayrı bileşenleri ya da karışımları büyük bir yığın içerisinde bir araya getirme.

Blok yem: Hayvanın beslenme şekli dikkate alınarak besin madde içeriği belirlenmiş, yapısında dane yem kırmaları, değirmencilik artıkları, bitkisel protein kaynakları, melas, üre, vitamin, makro ve mikro element karışımları içeren, 20-25 kg ağırlıklarda olacak şekilde silindirik veya kübik olarak preslenmiş, hayvanlar tarafından yalayarak tüketilmesi için dizayn edilmiş bir yem çeşididir

Bolus (1): Ruminantlarda, geviş getirme sırasında tekrar çiğnemek için ağıza geri getirilen sindirim kanal içeriğinin katı bir kütlesi (geviş ile aynı anlamda).

Bolus (2): Meraya dayalı beslenen ruminantların, özellikle küçükbaşların, meralanma süresince merada eksik iz mineral gereksinmesini karşılamak amacıyla özel bir alette hayvana yutturulan ve belirlenen süre ile retikulumda konuşlandırılan metal besin takviyesi

Bomba kalorimetre: Yanacak herhangi bir maddenin ham enerji (HE) içeriğini ölçmek için kullanılan bir alet.

Broiler: Et üretimi amacıyla yetiştirilen melez azmanı-hibrit piliç, etlik piliç.

Brüt enerji (BE): Bomba kalorimetresinde yakılan materyalin verdiği ısı (kcal/kJ - kalori)

Buharla işlem görmüş, buharla işleme: Fiziksel ve/veya kimyasal özellikleri değiştirmek için bileşenleri buharla işlem görmüş. Buharla pişirilmiş, buharla işlenmiş, depolanmış benzer terimlerdir.

Buharlaştırılmış, buharlaştırma: Daha yoğun şekle indirgenmiş; buharlama veya damıtma yoluyla yoğunlaştırılmış.

Buğdaygiller: Tohum kabuğu, meyve kabuğu ile bitişik, sapları boğumlu ve ekseriya içi boş, başakçıklar, başak vaziyetinde toplanmış halde, 4000 kadar türe sahip, Poales takımına bağlı bitki familyası olup, buğday, pirinç, çavdar, mısır, darı, yulaf ve arpa gibi bitkiler buğdaygillerdendir.

Buğdaygil yeşil yemleri: Buğdaygil grubuna ait olan ve hayvan beslemede yeşil yem olarak kullanılan çayır otları, buğday, arpa, yulaf, çavdar, tritikale, mısır hasılları vb. yeşil yem bitkileri

Buğulayıp ezme: Yem işleme yöntemlerinden olup mısır, buğday, pirinç vb. daneleri sıcak buhar ile muamele ettikten sonra ezme işlemi, flake yapma.

Bütirik asit: Rumen içeriğinde ve düşük kaliteli silajda yaygın olarak bulunan uçucu ya asitlerinden biri.

Büyüme: Adipoz dokudaki (yağ birikimi) artışın tersine kas, kemik, yaşamsal organlar ve bağ dokudaki artış.

Çayır (ot) tetanisi: Magnezyum noksanlığına bağlı olarak daha çok erken ilkbaharda merada beslenen hayvanlarda görülen metabolik bir rahatsızlık.

Çayır otu: Buğdaygil grubuna ait olan ve hayvan beslemede yeşil yem olarak kullanılan çayırdaki kendisi yetişen veya yetiştirilen ot.

Çok mideli - ruminant: Midesi dört bölmeden (rumen, retikulum, omasum, abomasum) oluşan, selülozca zengin bitkisel kökenli yemleri tüketen, bu yemleri tükettikten sonra daha iyi sindirmek amacıyla tekrar ağzına getirip çiğneyen, geviş getiren işkembeli hayvan.

Daneleme: bakınız; arpalama

Deaminasyon: Bir amino asidin amino grubunun amonyak halinde ayrılması sonucunda α -ketoaside dönüşmesi, amino grubunun kaybı.

Deflorine: Normal besleme koşullarında, toksik olmayan bir seviyede düşük flor içeriğine sahip olan.

Degradasyon: Bir kimyasal bileşiğin daha az karmaşık yapıya dönüşümü, bileşenlerine yıkımlanması.

Değirmencilik sanayi yan ürünü: Tahılların değirmende işlenmesi sırasında açığa çıkan insan gıdası olarak değerlendirilemeyen, hayvan yemi özelliği taşıyan kepek, bonkalite, razmol gibi artıklar.

Dekstrin: Nişasta hidrolizi sırasında elde edilen bir polisakkarit ara ürün.

Dengeli rasyon (ya da diyet): Esansiyel besin maddelerini hayvanın ihtiyacı oranında sağlayan yem karışımı.

Dermatit: Derinin yangısı.

Desteklemek: Bir yemin içeriğini gereksinim duyulan düzeye çıkartmak üzere bir ya da daha fazla besin maddesi eklemek.

Disakkarit: İki moleküllü şekerlerden herhangi birisi (iki basit şeker molekülü içerir); örneğin, sükroz (bildiğimiz sofr şekerini) glikoz + fruktoz içerir.

Diyet: Sürekli ya da reçeteli bir program üzerinden sağlanan düzenlenmiş bir yiyecek listesi veya yem maddelerinin karışımı.

Dışkı: Hayvanların sindirim artıklarından oluşan, anüs veya kloak yoluyla vücuttan atılan artık madde

Doğal çayırlar: Taban suyu yüzeye yakın yerlerde ve nemli topraklarda kendiliğinden oluşan yem alanlarıdır

Doğal halde: Hayvan tarafından tüketildiği gibi.

Dolgu maddesi: Mekanik doyumun sağlanmasında kullanılan yoğunluğu düşük, lif içeriği yüksek, kaba yapıda yem veya premiks bileşiminde kullanılan seyreltici/taşıyıcı inert madde

Doymamış yağ: Yapısında bir ya da daha fazla çift bağa sahip, normal oda koşullarında sıvı formda olan yağ.

Doymuş yağ: Yapısında doymamış yağ asidi içermeyen, normal oda koşullarında katı formda olan yağ.

Duodenum: İnce bağırsakların ilk bölümü, onikiparmak bağırsağı

Düzlenmiş, düzleme (işlem): Yem ve/veya sıvı(lar) uygulamasından kaynaklanan toprakları kırarak ya da elekten geçirerek tekdüze yapı oluşturma.

Ekstraksiyon, çözme: Organik çözücülerle materyallerden katı ya da sıvı yağların uzaklaştırılması. *Yeni yöntem* eş anlamlı bir terimdir.

Ekstraksiyon, mekanik: Isı ve mekanik basınçla materyallerden katı ya da sıvı yağların uzaklaştırılması. *Ekspeller ekstraksiyon, hidrolik ekstraksiyon ve eski yöntem* eş anlamlı terimlerdir.

Ekstruder: Yem tanesini patlatmak, hücre içeriğini ortaya çıkarmak, hacim kazandırmak, genişletmek, şekil vermek vb. amaçla kullanılan teknolojik işleme yöntemine ait ekipman

Ekstrüzyon: Yemin, buhar ve basınç altında dar kanal (namlu) içinde sıkıştırılıp, ileriye itilerek dar uçtan yüksek basınçla çıkarılma işlemi.

Eksüdatif diatez: Vitamin E noksanlığına bağlı olarak civcivlerde kılcal damarların geçirgenliğinin bozulmasıyla subkutan ödem ve hafif kanamalarla karakterize edilen metabolik rahatsızlık

Ekzojen: Vücut dışından kaynaklanan.

Element: Tüm maddeyi oluşturan kimyasal atomlardan herhangi biri.

Elenmiş, eleme: Elekten geçirerek çeşitli boyuttaki parçacıkları ayırıştırma, elek yardımıyla ayıklamak veya incisini kabasından ayırmak, elekten geçirmek veya belli özelliktekileri seçmek

Emülgatör: Katı ve sıvı yağların sıvı süspansiyon içerisinde kalmasını sağlayan bir madde.

Emülsiyon yapmak: Küçük sıvı damlacıklarını başka bir sıvı içerisinde dağıtmak.

Endemik: Belirli bir bölgede uzun bir süre boyunca devam eden düşük morbiditeli salgın hastalık.

Endojen: Organizma içinden kaynaklanan.

Endokrin: Metabolik süreçleri ya da belirli hedef organlar etkileyen iç salgılara ilişkin.

Enterit: Bağırsak yangısı.

Enzim: Bitki ya da hayvan hücrelerinde oluşan, organik bir katalizör olarak görev yapan bir protein.

Enzimatik sindirim: Enzim varlığına bağlı olarak gerçekleşen sindirim, enzimlerce sindirim.

Epitel: Derinin dış tabakasını oluşturan ya da vücut boşluklarını saran hücreler.

Ergosterol: Başlıca bitkisel dokularda bulunan bir steroldür; ultraviyole ışınlarının etkisiyle D vitamini çevrilir. D₂ vitamininin kimyasal ismidir.

Esansiyel Amino asit; esansiyel (zorunlu): Hayvansal dokuda sentezlenemeyen, yemlerle dışarıdan alınması gereken amino asitler; tek mideli hayvanlar için bunlar, arjinin, histidin, izolösin, lösin, lizin, metiyonin, fenilalanin, treonin, triptofan ve valin'i kapsar.

Esansiyel olmayan amino asit: Yemle birlikte alınması zorunlu olmayan, vücutta sentezlenebilen amino asit.

Etlik piliç: Et üretimi amacıyla besiyeye alınan 3-6 hafta yaş grubu ergin olmayan melez azmanı hibrit dişi veya erkek piliç-geç tavuk

Feçes (Dışkı): Sindirim kanalından anüs yoluyla boşaltılan atık; sindirilemeyen yem artıklar, mikroorganizmalar ile karaciğer ve bağırsaklardan kaynaklanan çeşitli atık materyallerden oluşmuştur.

Fermantasyon: Çeşitli mikroorganizmaların ürettiği enzimler tarafından oluşturulan kimyasal değişiklikler.

Fibröz (Lifli): Selüloz ve/veya lignin içeriği (ya da NDF- nötral deterjan fiber- hücre duvarları) bakımından yüksek.

Fistül: Vücudun bir kısmından başka bir kısmına ya da dışına yapay geçiş yolu, bazen cerrahi olarak takılmış.

Fizyolojik: Canlı organizmaların ya da bölümlerinin işlevleri ile ilgili olan bilime ilişkin.

Fodder (Yem): Taze veya kurutulmuş şekildeki neredeyse olgunlaşmış mısır veya sorgumun toprak üzerindeki tüm kısmı, kaba vasıflı yem

Früktoz: Alt karbonlu bir monosakkarit; sükrözün bileşenlerinden biri.

Galaktoz: Alt karbonlu bir monosakkarit; laktozun glukoza bağlı diğer bileşeni.

Gastrit: Midenin yangısı.

Gastrointestinal: Mide ve bağırsak ile ilgili.

Geğirme: Ruminantlarda fermantasyon sonucu oluşan gazların ağız yoluyla dışarı atılması.

Genleştirilmiş, genleştirme (İşlem): Nişastayı jelatinleştirmek amacıyla nem, basınç ve sıcaklığa tabi tutma. Bir madde ekstrude edildiğinde, basınçtaki ani düşmeye bağlı olarak hacmi artırılır.

Gerçek protein: Yapısı amino asitlerden oluşan protein.

Germ: Yem terminolojisi olarak kullanıldığında bir tohumun embriyosudur.

Geviş: Ruminasyon (geviş getirme) sırasında ağıza getirilerek tekrar çiğnenen ve sindirilen katı kütle (bolus ile eş anlamlıdır).

Gıda(lar): Hayvanlara ilişkin kullanıldığında, *yem(ler)* ile eş anlamlıdır. *Bakınız.* Yem.

Gliserol: Üç karbon ve üç hidroksi grup içeren bir alkol; katı yağın bir bileşenidir.

Glukojen: Hızlıca kullanılabilen enerjinin bir depo formu olarak karaciğer ve kaslarda bulunan bir glukoz moleküllerinden oluşan polisakkarit. Hayvansal nişasta.

Glukoneojenez: Karbonhidrat olmayan protein, yağ gibi besin maddelerinden vücutta glukoz üretimi

Glukostatik kuram: Hayvansal organizmada açlığın kan glukoz düzeyi ile ilişkili olduğu savına dayalı açlık-tokluk kuramı

Glukoz: Sükroz, maltoz ve diğer şekerlerin bir bileşeni olarak kanda bulunan altı karbonlu bir monosakkarit.

Glukoz tolerans faktör: Glukozun kandan hücrelere çekilmesinden sorumlu, çekirdeğinde krom bulunan bir metabolit.

Gossipol: Çiftlik hayvanları için toksik olan, ürün kalitesini olumsuz etkileyen pamuk tohumunda (ve küspesinde) bulunan fenolik yapıda bir pigment maddesidir.

Granül yapılmış, granül yapma: Granüler yapıya indirgenmiş peletler.

Granüller (Fiziksel form): Granüler yapıya indirgenmiş pelet yem.

GRAS (Generally Recognized As Safe): Genellikle Güvenli Olarak Onaylanmış" ifadesinin kısaltması. Genellikle, uzmanlar tarafından kullanım amacına yönelik olarak değerlendirilip, güvenli olarak kabul edilen bir madde.

Grit: Kepeği ve embriyosu uzaklaştırılmış, genellikle aynı partikül büyüklüğünü sağlamak üzere elekten geçirilmiş kabaca öğütülmüş tahıl taneleri veya kalsiyum içeren küçük mozaik parçacıkları

Groat (Kabuksuz tahıl): Kabuğu çıkartılmış tahıl tanesi.

Guatr: Troit bezinin bazen iyot yetersizliğine bağlı olarak büyümesi.

Gübre: Hayvan barınaklarında istenmeyen, altlık veya yataklık materyal içeren ya da içermeyen dışkıdan oluşur.

Ham protein: Organik maddeler içerisinde nitrojen içeren tüm maddelere "ham protein" denir. Ham protein, kimyasal analiz sonucunda saptanan azot değerinin 6.25 (proteinlerin

%16'sı azot; 100/16) katsayısı ile çarpılması sonucu bulunur. Bu şekilde bir işlemle gerçek protein özelliğinde olmayan maddeler de hesaba alındığından yemin gerçek protein değeri elde edilemez

Ham Selüloz: Bitkisel kaynaklı yemlerin iskeletini oluşturan bu madde grubu, geniş getirenlerin dışındaki hayvanlar için güç sindirilebilen hatta hiç sindirilemeyen, dolayısıyla sadece sindirim sistemini doldurup fiziksel tokluk oluşturarak onun normal çalışmasına katkıda bulunan lignin, selüloz ve hemiselülozdan oluşan bir grup görünümündedir.

Ham Yağ: Ham yağ grubu içinde daha çok eterde çözünebilir maddeler vardır. Bu nedenle ham yağ yerine çoklukla "Eter Ekstrakt Maddeler" ifadesi de kullanılmaktadır. Ham yağ değeri sadece yemin yağ içeriğini değil, eter içinde çözünebilir klorofil, yağda eriyen vitaminler, reçine, mumlar ve organik asitler gibi diğer materyalleri de içerir. Bu nedenle yemin gerçek yağ içeriği değil, toplam lipit içeriği hakkında bilgi verir.

HCl Asitte Çözünmeyen Kül: Bu analizle ham kül içinde gerçek kül yapısında olmayan maddeler tayin edildiğinden hem yemin gerçek kül yapısı hem de kumlu maddeler içeriği hakkında daha detaylı bilgiler elde edilebilir. Böylece, ham kül analizinin yorumlanmasına yardımcı olur.

Haylaj: Yeşil otların %40-45 Kuru maddede biçildikten sonra soldurulup özel ekipmanlarca sıkıştırılarak balyalanıp özel plastik malzeme ile sarılarak havasız ortamda süt asidi (laktik asit) bakterilerinin etkinliğine bırakılarak fermente edilmeleriyle elde edilen yemdir. Balya silaj olarak da bilinir.

Hematokrit: Santrifüjden sonra, alyuvarlardan oluşmuş tüm kanın hacmi.

Hemoglobin: Alyuvarların oksijen taşıyan proteini.

Hemoraji: Kanama, kan kaybı.

Hepatit: Karaciğer yangısı.

Hidrojenasyon: Herhangi bir doymamış bileşiğe (çift bağlı), çoğunlukla ya asitlerine, hidrojenin kimyasal yolla eklenmesi.

Hidroliz: Bir bileşiğin suyun etkisi ile daha basit birimlere ayrılması şeklindeki kimyasal işlem.

Hipervitaminöz: Bir ya da daha fazla vitaminin aşırı alımından kaynaklanan vitamin fazlalığı

Hipovitaminöz: Bir ya da daha fazla vitaminin yetersiz alımından kaynaklanan vitamin noksanlığı.

Hormon: Diğer dokular üzerinde belirli bir etkisi olan ve endokrin bir bez tarafından vücut sıvılarına salgılanan bir kimyasal.

Humma: Ateşli bir durum.

Isı artışı: Besin maddesi sindirimi ve kullanımı ile hayvan tarafından kaçınılmaz biçimde üretilen ısı.

Isı işlemi görmüş, ısı işlemi (İşlem): Basınçla veya basınç olmaksızın yüksek sıcaklık-buhar kullanımını içeren bir yonteme ya da hazırlığa tabi tutulmuş.

Isıya dayanıksız: Isıya dayanıklı olmayan.

İç organlar: Vücudun büyük boşluğunda yer alan, kesimde çıkarılan organlar.

İlaç: FDA tarafından tanımlandığı gibi yeme uygulanmış olarak, (a) insanlarda veya hayvanlarda hastalıkların tanısı, sağaltımı, yatıştırılması ya da önlenmesi için tasarlanmış bir madde; ya da (b) insanların veya hayvanların vücudunun yapısını ya da herhangi bir işlevini etkilemeye yönelik gıda dışında bir madde.

İlaçlı yem: İnsan dışındaki hayvanların hastalıklarının sağaltım, azaltılması, iyileştirilmesi ve önlenmesi için tasarlanmış veya sunulmuş ya da vücut yapısı veya işlevlerini etkilemeyi amaçlayan ilaç bileşenlerini içeren, herhangi bir yem.

İleum: İnce bağırsakların duodenum ve jejunumdan sonra gelen üçüncü bölümü,

İnce (fiziksel form): Deliklerinin, pelet çapının belirlenmiş en küçük granül boyutundan daha küçük olduğu bir elekten geçecek herhangi madde.

İnce bağırsak: Sindirim sisteminde midenin devamında yer alan karbonhidrat, yağ, protein, vitamin ve minerallerin sindirilip emildiği bölge olup, sırasıyla onikiparmak bağırsağı (duodenum), jejunum ve ileum bölgelerinden oluşan yerdir.

İnce karışım (mash) (Fiziksel form): İnce öğütülmüş bileşenlerin bir karışımı. *toz yem*.

İnert: Göreceli olarak etkisiz.

İnorganik Madde (Ham Kül): Kuru madde usulüne uygun yakıldığında geriye kalan yanmamış maddelerin tümüne "ham kül" adı verilir. Ham kül içerisinde yemdeki doğal inorganik maddeler (makro ve iz mineraller) bulunabileceği gibi yeme sonradan karışmış toz, toprak, kum gibi maddelerde bulunabilir. Yeme sonradan karışmış bu materyaller hayvanlar için zararlıdır. Zaten büyük bir kısmı da organizmada hiç sindirime uğramadan gübre ile dışarı atılır. Yemin yapısındaki gerçek kül (makro ve iz mineraller) yanında yemdeki kum miktarını da veren ham kül tayini, bu özelliği nedeniyle yemdeki gerçek kül miktarı açısından fikir vermez.

İn situ: Canlı üzerinde adı geçen lokal bölgede, yerinde yapılan deney

İnsülin: Kan içerisine pankreas tarafından salgılanan bir hormon; kan glikozunun düzenlenmesi ve kullanım ile ilgilidir.

İntrinsik faktör: Normal midede B₁₂ vitamininin emilimi için gerekli olan mideden salgılanan protein yapısında kimyasal bir madde.

İnülin: Bazı kök bitkilerde bulunan bir polisakkarit. Fruktozdan oluşmuş.

İstemli yem tüketimi: Serbest olarak sunulan yem/gıda'nın, bireyin tamamen kendi isteğine bağlı olarak tüketilmesi

İştah: Gıda ve su isteği genellikle, kısa süreli tokluğun aksine uzun süreli bir olgu.

İyot sayısı: Bir yağ veya yağ asidinin 100 g tarafından oluşturulabilen iyot miktar (gramda); doymamışlığın bir ölçüsüdür.

İz mineraller: Fizyolojik fonksiyonların normal seyri için dışarıdan yem veya gıdalarla alınması zorunlu olan, fizyolojinin normal seyri için 100 ppm'den daha düşük miktarlarda ihtiyaç duyulan Fe, Cu, Zn, I, Mn, Mo, Co, Se, Cr gibi esansiyel elementler

Jejunum: İnce bağırsağın ilk kısmı olan duodenumda sonra gelen orta kısmı.

Jelatinize edilmiş, jelatinleşme: Nişastanın sulu ortamda belli sıcaklıkta granül yapısının deforme olması, amilozun suya geçip, çözeltinin viskozitesinin artmasına nişastanın jelatinizasyonu veya çirşlenmesi. Yüksek vikozeiteli yapı soğuduktan sonra amiloz zinciri bir ağ yapı oluşturur ve su bu yapı içinde kalır, jelleşme olur

Kaba Yem: Taze, kurutulmuş veya silaj formunda hayvan yemi olarak kullanılan, bitkisel kökenli, doğal koşullar altında yetişen veya endüstriyel yan ürün olarak elde edilen doğal nitelikli, enerji ve proteince fakir, selülozca zengin yemler olup, birim ağırlıkta düşük oranda sindirilebilir besin maddeleri içeren yemlere “**kaba yemler**” adı verilir

Kabaca öğütülmüş, kabaca öğütme: Öncesinde ya da ekstrüzyon işlemi sırasında pişirilmiş olan, kırılmış veya ezilmiş, fırınlanmış hamur kıvamında olan ya da ekstrude yem.

Kabuğu alınmış, kabuk alma: Tahıl taneleri veya diğer tohumlardan dış kabuğu çıkarılmış.

Kabuklar (Kısım): Tahıl tanesi ya da baklagil tohumun dış örtüsü.

Kabuklar ayrılmış, kabuk ayırma: Eleyerek veya mekanik işlemle danenin kabuklarının uzaklaştırılması.

Kahverengi yağ doku: Kuzu ve buzağılarda fetüs döneminde oluşan doğumdan sonra ısı üretiminde kullandıkları spesifik yağ dokusu olup rengi nedeniyle kahverengi yağ doku adı verilir

Kalori: Suyun sıcaklığın 14.5°C'den 15.5°C'ye yükseltmek için gereken ısı enerjisi (kalori) miktarı.

Kalorimetre: Bir sistemde üretilen ısıyı ölçmede kullanılan donanım.

Kaslı mide: Kanatlı hayvanlardaki ikinci mide, kuvvetli bir çift kası yardımıyla öğütme görevini üstlenen mide, taşlık.

Karbonhidrat: Karbonhidratlar alkol, keton ve aldehit fonksiyonları içeren ve C, H, O'den oluşan maddelerdir. Sütteki laktoz, karaciğer ve kastaki glikojen dışında karbonhidratların tamamı bitkisel orijinlidir. Basit şekerler $C_nH_{2n}O_n$ çoğu kompleks karbonhidratlar ise $C_nH_{n-2}O_{n-1}$ şeklinde tanımlanabilirler. Bitkisel dokularda birçok farklı çeşidi bulunur; bazıları hayvan metabolizmasında yaşamsal önem taşır.

Karıştırma (İşlem): İki ya da daha fazla maddeyi belirli bir süre homojen karışım elde edilene kadar karıştırma.

Karma yem: Evcil hayvanların çok miktarda ve kalitede ürün vermelerini sağlayan, birden fazla yem hammaddesinin bir araya getirildiği, verileceği hayvanın gereksinmesi ölçüsünde besin madde içeriği dengelenmiş ve yapısı garanti edilmiş yoğun yem karışımlarıdır.

Karoten: A Vitamininin ön maddesi (pro-vitamin A) olan sarı renkli organik bileşik.

Karsinojen: Kansere oluşturan herhangi bir madde.

Katalizör: Kimyasal bir reaksiyonun hızını değiştiren, ancak reaksiyon sırasında kendini tüketmeyen bir madde. Doymamış yağların hidrojenize edilmesinde platinin kullanılması buna bir örnektir.

Katkı: Ana karışımı iz miktarlardaki besin maddeleri, tıbbi bileşikler ya da ilaçlarla desteklemek amacıyla temel bir yem karışımına küçük miktarlarda katılan bir bileşen ya da bileşenlerin karışımı.

Kazein: Asit ve/veya renin ile sütten çökeltilerek elde edilen protein, süt proteini.

Keratin: Kıl, yün, tüyler, boynuz ve toynak gibi dokularda bulunan, kükürt içeren bir protein.

Kesmik: Sütün bir asit ya da renin ile temas durumunda oluşan yarı katı bir kütle.

Keton maddeler: Aseton, asetoasetik asit ve betahidroksi bütirik asit içeren kimyasal bir grup; karbonhidrat metabolizması düşük veya enerji için metabolize edildiklerinde oluşan metabolitlerdir. Bunların kanda artması "ketosiz" olarak bilinen metabolik rahatsızlığa neden olur. Bu keton bileşikler kanda birikince "asetonomi" oluşur. Akciğerler aracılığıyla solunumla uzaklaştırılmaya çalışılır. Açlıkta nefesin kokmasının nedeni de keton maddelerdir. Keton maddelerin diğer bir eliminasyon yolu da idrardır. İdrarda yüksek düzeyde keton maddelerin görülmesine "asetonuri" adı verilir. Asetonuri durumunda idrarla yüksek miktarda elektrolit kaybı da oluşur. Asetonuri metabolik bozukluğun bir klinik göstergesidir. Bunlar oldukça kuvvetli asitler olduklarından, bunların sürekli kanda yüksek düzeyde seyretmesi kanın pH tamponlayıcı alkali rezervlerini tüketir ve böylece "asidoz" oluşur. Asidoz durumunda kanın karbondioksit taşıma gücü azalır ve hücre normal çalışma ortamını kaybeder. Bu çok ciddi olup, ileri durumlarda koma ve ölüm görülür.

Kıkırdak: Damarlanmanın olmaması (kan damarlarının olmaması) ve sıkı yapı ile karakterize bağdoku.

Kırılmış, kırma: Değirmen veya özel bir kırıcı kullanılarak dane veya kütle yapıyı parçalama ve kırma işlemi, parçacık boyutunu küçültme.

Kırıntı-Krambil yem: Peletlenen karma yemin özellikle civcivlerin yemi kolay tüketebilmelerine imkan sağlamak amacıyla peletlemeyi takiben cramber denilen ekipman yardımıyla 2-3 parçaya kırılması sonucu elde edilen kırıntı yem.

Kırılmış, kırma: Bütün tahıl tanesinin son kısmın çıkarma.

Kızartılmış: Ateş, gaz veya elektrik ısısı kullanarak esmerleştirilmiş, kurutulmuş veya kavrulmuş.

Kimotripsin: Pankreas tarafından salgılanan, proteinleri parçalayıcı bir sindirim enzimi.

Kimüs: Mideye alınan gıda üzerine mide sıvısının etkisi ile oluşan yarı sıvı bir madde.

Kkal: *Kilokalor*'nin kısaltması; 1000 kalori.

Koagule olmuş: Kesilmiş, pıhtılaşmış, çökelmiş, çöktürülmüş ya da donmuş.

Koenzim: Enzim etkinliğini gerçekleştirmek üzere bazı enzimler tarafından gerek duyulan organik bir molekül; vitamin olan koenzimler; niasin, pridoksin, tiamin, riboflavin, pantotenik asit ve folik asit.

Kokuşma: Anaerobik koşullarda mikroorganizmalar tarafından proteinlerin bozuşması, çürüme.

Kolajen: Bağ dokudaki en önemli destekleyici protein.

Kolesterol: Kanda ve diğer birçok hayvansal dokuda bulunan sterol grubunun en bilinen üyesi; hayvansal kökenli olup, herhangi bir bitkisel dokuda bulunmaz.

Kolik asit: Safra asitlerini içeren steroidlerin bir ailesi; karaciğer tarafından kolesterolün metabolizmasından türetilirler.

Kolon: Kalın bağırsağın bölümü; enlemesine, aşağı inen ve yukarı çıkan bölümlerine ayrılır.

Kolostrum: Doğumundan hemen sonra laktasyonun ilk iki ya da üç günü boyunca salgılanan IG ve mineraller maddelerce çok zengin süt.

Konjuge linoleik asit: geniş getiren hayvanların rumenlerindeki mikroorganizma faaliyetleri sırasında doymamış yağ asitlerinin biyohidrojenasyonu sonucu linoleik asitin (C18:2) Cis 9 ve trans 11 izomerlerinde oluşan karışım olup, geniş getiren hayvanların kaslarında ve sütünde önemli düzeyde bulunur. İnsan sağlığı için pek çok olumlu etkisi vardır.

Konvülziyon: Kasların istem dışı spazm ya da kasılması, art arda sıralanma hızı çoğu kez değişir.

Kuru Madde: Yemlerdeki su usulüne uygun olarak uçurulduktan sonra geriye kalan kısma "kuru madde" adı verilir. Kuru madde, o yeme ait tüm besin maddelerini içeren kısımdır. Herhangi bir yemin kuru maddesi ne kadar çok ise besin maddelerince zengin olma olasılığı o oranda yüksek olacaktır. Öte yandan, kuru madde analizi, yemdeki organik yapıda uçucu özellikte besin maddelerini içermez. Bu nedenle bu analiz sonucuna bakılarak yemin besleme değeri hakkında kesin fikir sahibi olunamaz. Yem içindeki organik ve inorganik maddelerin toplamı olan kuru maddenin belirlenmesi, hiçbir şekilde yemin besin madde içeriği açısından yapısını ortaya koymaz.

Kuru madde: Bir yem ya da dokunun fırında kurutularak suyunun uçurulmasından sonra geriye kalan kısım.

Kuru ot: Suca zengin yeşil yemlerin farklı metotlarla suyu uçurulduktan sonra hayvanlar beslemede kullanılmak için havada kuru formda depolanan yem bitkileri.

Kurutulmuş, kurutma: Suyu uçurulmuş.

Kükürtlü amino asitler: Yapısında kükürt bulunan metionin, sistin gibi amino asitler

Kül: Bir yem ya da hayvansal dokunun 500-600°C'de tamamen yakılıp organik maddelerinden arındırıldıktan sonra kalan kısmı olup, mineral ve silisyumdan ibaret olan kısımdır.

Küpler (Fiziksel form): *Bakınız*, Peletler.

Küpler, mera: *Bakınız* Peletler, Mera küpleri.

Küspe-kek (Fiziksel form): Yağlı tohumların, etin ya da balığın sıvı ve katı yağları ya da diğer sıvılar çıkartmak üzere ısıtılıp-preslenip-sıkıştırılması sonucunda elde edilen kütle.

Labil: Dayanıksız; kolayca yıkımlanan.

Laktaz: Glukoz ve galaktoz üretmek üzere laktozu parçalayan, bağırsak sıvısı içinde bulunan bir enzim.

Laktik asit: Çoğunlukla kesik süt ve silajda bulunan bir organik asit; vücuttaki anaerobik glikoliz için önemlidir.

Lenf: Vücutun lenfatik kanalların işgal eden sarımsı şeffaf sıvı.

Lezyon: Vücutun bir parçasının yapısındaki sağlıklı bir değişiklik.

Lignin: Bitki hücre duvarlarının önemli yapısal bir bileşeni olup, biyolojik olarak kullanılmayan bir polimer.

Linoleik asit: 18-karbonlu doymamış bir yağ asidi; esansiyel yağ asitlerinden biri; bitki gliseritleri içinde yaygın olarak bulunur.

Lipaz: Yemlerle alınan yağların yapı taşlarına kadar parçalanması ve vücutta kullanılabilir hale getirilmesinden sorumlu olan enzimdir. Bu enzim sayesinde trigliserid formunda vücuda alınarak sindirim kanalında ilerleyen yağlar, yağ asitleri ve gliserole dönüştürülerek emilime hazır hale getirilir. Pankreas, lipazın birincil kaynağı olsa da; karaciğer, mide, vücutun sindirim ve emiliminde görevli bağırsak hücreleri de lipaz üretir.

Lipitler: Kimyasal yapıları farklı, ancak yağ çözücüler içinde çözünen maddelerdir.

Lipostatik kuram: Organizmadaki açlığın kan lipid düzeyi ve vücut adipoz doku miktarı ile ilişkili olduğu savına dayalı açlık-tokluk kuramı.

Makro mineraller: Makro mineraller (yemde gerekli olan veya vücut dokularında bulunan miktar bakımından): kalsiyum (Ca), klor (C), magnezyum (Mg), fosfor (P), potasyum (K), sodyum (Na) ve kükürt (S).

Maillard reaksiyonu: Serbest amino asitler, proteinler veya peptid zincirlerinin serbest amino gruplarıyla indirgen şekerler arasında gerçekleşen ve esmer renkli melanoidinlerin oluşturduğu bir dizi reaksiyon olup yüksek sıcaklıklarda oluşur.

Malign: Ölümcül ya da yıkıcı, kanserle ilgili olarak.

Malnutrisyon: Kötü beslenme için kullanılan geniş kapsamlı bir terim.

Maltaz: İki molekül glukoz üretmek üzere maltozu parçalayan bir enzim.

Megakalori (Mkal): 1000 kkal ya da 1 milyon kalori; *ısı birimi* ile eş anlamlı.

Mera: Üzerinde doğal olarak oluşmuş bitki örtüsü taşıyan, diğer kültür bitkilerinin üretiminde kullanılmayan, geniş ve genellikle engebeli, taban suyu düşük, kıraç arazilerde yetişen, seyrek ve daha kısa boylu bitki topluluklarından oluşmuş alanlardır

Mera küpleri: Yerde yedirmek üzere tasarlanmış büyük peletler. Mera beslenmesinde ek yem olarak mera yüzeyine serpilerek kullanılır.

Metabolik ağırlık (metabolik beden büyüklüğü): Canlı ağırlığının 3/4'üncü kuvveti ($CA^{0,75}$); bir hayvanın ısı üretimini canlı ağırlıkla ilişkilendirmenin bir yolu. Daha çok yaşama payı besin madde gereksinimi hesaplanmasında kullanılan formüllerde yer alır.

Metabolik atık: Metabolizma olayları sonunda ortaya çıkan kullanım dışı maddeler

Metabolik protein: Ruminant hayvanlarda yem ile alınan azot ve fermente olabilir enerji kaynağı varlığında işkembede sentezlenen proteinin sindirilebilir kısmı ile yemlerle alınan gerçek proteinin sindirilebilir kısmının toplamı olup vücutun protein gereksiniminin karşılanmasında kullanılır.

Metabolik su: Vücutta besin maddelerinin yıkılmasında sırasında önemli miktarda su üretilmekte olup yıkılan proteinin yaklaşık %40'ı, glukozun %60'ı, yağın ise %110'u düzeyinde su metabolik olarak üretilmektedir

Metabolit: Metabolizma sırasında üretilen herhangi bir bileşik.

Metabolize olabilir enerji, metabolik enerji (ME): Sindirilebilir enerjiden idrar ve sindirim kanalında oluşan fermantasyon gazlarının (özellikle metan) enerjisinin çıkarılması sonucunda geriye kalan enerji.

Metabolizma: Canlı bir organizmada yer alan tüm fiziksel ve kimyasal işlemlerin toplamı, anabolizma+katabolizma

Metabolizma hızı: Metabolik olayların hızı, seyri, organizmanın ısı üretimi, tiroid hormonları tarafından düzenlenir.

Metan: Karbonhidratların anaerobik fermantasyonunun önemli bir ürünü; rumende oluşur.

Mide sıvısı: Mide duvar tarafından salgılanan berrak sıvı; hidroklorik asit ile renin, pepsin ve mide lipaz enzimlerini içerir.

Mide: Çoğu hayvan türünde, kimyasal sindirimin başlatıldığı sindirim sisteminin bir bölümü. Normalde yemek borusu ve ince bağırsakların arasında yer alır.

Mikotoksin: Küf mantarların sekonder metabolizma ürünleri olup, çok toksiktir. Yemlerde oldukça sık, bazen ölümcül düzeylerde bulunur.

Mikro bileşen: Genellikle her kilogramda miligram veya mikrogram ya da milyonda kısım (ppm) olarak ölçülen herhangi bir rasyon bileşeni.

Mikro mineraller: Rasyonda mutlaka gereksinim düzeyinde bulunması gereken, hayvan dokular tarafından gereksinim duyulan iz elementler kobalt (Co), bakır (Cu), krom (Cr), iyot (I), demir (Fe), manganez (Mn), molibden (Mo), nikel (Ni), selenyum (Se) silikon (Si), vanadyum (V) ve çinko (Zn). *Bakınız* mikro elementler, iz elementler.

Mineralize etmek, mineralize edilmiş: Bir yem bileşenine veya karışımına inorganik mineral bileşikleri sağlamak, emdirmek veya eklemek.

Mineraller: Hayvan beslenme açısından, bitki veya hayvan için gerekli olan ve onların dokularında bulunan elementler. *Bakınız*, makro elementler, iz elementler.

Monogastrik: Tek mideli; genellikle ruminant olmayan hayvanlar için kullanılan bir terimdir.

Monosakkarit: Birbirinden farklı basit şekerlerden herhangi biri.

Morbidite: Hasta olma oranını tanımlamak ve açıklamak için morbidite kelimesi kullanılır. Örneğin ortaya çıkan bir salgının sürü veya populasyonun yüzde kaçını öldürdüğünü belirtmek için de kullanılır.

Mukoza: Vücudun bölüm ve boşluklarını kaplayan zarlar

Mukus: Mukoz bezler ve zarlar tarafından salgılanan sümüksü bir sıvı.

NDF: Nötral deterjanda çözünmeyen fiber; bir yem maddesinin nötral deterjanda çözünmeyen kısmı; hemiselüloz+selüloz+lignin'den oluşan kısmı. Hücre duvarının lifli karbonhidratlarını (selüloz ve hemiselüloz), lignin, ligninleşmiş ve sıcaklıkla zarar görmüş bir kısım proteinleri ve silisyum içerir. Bu fraksiyon, yemin özgül ağırlığı hakkında da fikir veren iyi bir göstergedir. Sindirim sisteminin hacimsel kapasitesi dikkate alındığında, NDF değeri ile hayvanın yem tüketimi (rumeni doldurma-mekanik doyum sağlama) hakkında da fikir sahibi olunabilir

Nefrit: Böbreklerin yangısı.

Nekroz: Yaşayan bir dokuyu oluşturan hücrelerin bir kısmının ölümü.

Net Enerji (NE): Metabolik enerjiden vücutta açığa çıkan ısı enerjisinin çıkarılmasından sonra geriye kalan, yaşam ve verim için kullanılan enerji

Nevrit: Periferel sinirlerin yangısı.

Niasta: Hidrolizinde glikoz veren bir polisakkarit; birçok tahıl tanesinde yüksek yoğunluklarda bulunur.

Nişasta sanayi yan ürünleri: Nişasta kaynaklarından (mısır, pirinç, buğday, patates vb.) nişasta üretimi yapılırken açığa çıkan yan ürünler (posa, yağ, gluten unu, gluten yemi, kepek vb.)

Nitrojensiz Öz Maddeler (NÖM): Yem içerisindeki N'siz öz maddeler nişasta ve şeker gibi kolay çözünebilen karbohidratlardan oluşur. Şeker ve nişasta analizleri özel metotlarla ayrı ayrı saptanırken N'siz öz madde tayini için özel bir analiz yöntemi yoktur. Yemlerin besin madde yapısına ait şema incelenecek olursa söz konusu madde grubunun organik maddelerden ham protein, ham yağ ve ham selüloz değerlerinin çıkarılması ile elde edilir. Bir yeme ait N'siz öz madde miktarı şu formülle bulunur; N'siz Öz Madde= Kuru Madde - (Ham Protein + Ham Kül + Ham Yağ + Ham Selüloz)

Non-protein nitrojen (NPN): Protein yapısında olmayan azotlu bileşik. Bir solüsyondan çöktürülen, gerçek protein yapısında olmayan bir grup azotlu bileşiklerden herhangi biri; amonyak ve üre örneklerdir.

Obezite: Vücut yağının, sağlıklı olmak için gereken miktarın ötesinde birikimi.

Oksidasyon: Bir maddenin oksijen ile birleşmesi, bozulması; bir atom üzerinde pozitif yüklerin artması ya da negatif yüklerin kaybı.

Oleik asit: Bir çift bağ içeren 18 karbonlu tekli doymamış yağ asidi; hayvansal ve bitkisel yağlarda (zeytin en zengin kaynak) bulunur.

Omasum: Ruminant midesinin üçüncü bölümü. Kırk bayır.

Optimizasyon: Belli bir hedef fonksiyonu eldeki değişkenleri ayarlayarak eşitlemek, minimize ya da maksimize etmek. Optimize etmek.

Organik bağlı mineral: Hayvan besleme açısından esansiyel öneme sahip iz elementlerin enkapsüle veya şelat formlarda organik (amino asit, protein, yağ asiti, karbohidrata, maya veya methionin hidroksi analog (MHA)) bir yapıya bağlı) üretilmesi

Organik Madde (OM): Organik maddeler, ham kül analizi sırasında kuru maddenin yanan bölümüdür. Bu maddelerin sindirilebilirliği arttıkça yem "yoğun yem" tersi durumunda da "kaba yem" özelliği kazanır. Kaba yemler daha çok sindirim sisteminde fiziksel doluluk sağlayarak hayvanda tokluk hissi oluşturmak amacıyla kullanılırlar. Organik maddeyi oluşturan temel besin maddeleri, ham protein, ham yağ, ham selüloz ve azotsuz öz maddelerdir. Toplam yem miktarından, ham kül analiz sonucu bulunan değerinin çıkartılması ile elde edilen bu değer, sadece yemin organik madde miktarını verir. Organik maddenin bileşenleri hakkında fikir vermez.

Osifikasyon: Kemiğin kıkırdağında kemik tuzlarının birikme işlemi.

Osteit: Kemik yangısı.

Osteomalasi: Erginlerde yetersiz kalsiyum, fosfor ve/veya D vitamini ya da bazı hastalıkların yol açtığı kemiklerin zayıflaması.

Osteoporoz: Birim hacime düşen kemik kütlelerinde azalma, kemik dokusunun mikromimarisinin ve kemik kalitesinin bozulması sonucu kırılabilirliğinin artması ile karakterize sistemik bir iskelet hastalığıdır. Yaşlılarda daha sık karşılaşılr.

Ostrojenler: Ovaryumlar tarafından salgılanan, östrus oluşturan hormonlar.

Ozefagus: Ağızdan mideye geçiş yolu, yemek borusu (tüp).

Ödem: Vücudun bir kısmında ya da tamamında anormal sıvı toplanması.

Öğütülmüş, öğütme (işlem): Amaca özel değirmen ile çarpma, kesme veya sürtünme ile partikül boyutunu azaltma, küçültme.

Öğütme derecesi: Öğütmede kullanılan eleğin çapı küçüldükçe artan, eleğin çapı büyüdükçe azalan öğütme oranı.

Ölümcül: Öldürücü, ölüm durumu - ölüme yakın.

Paçal yapma: İki veya daha fazla yem bileşenini birbirine karıştırma ya da birleştirme. Dağılımın tek düze (tamamen homojen) olması anlamına gelmez.

Palmitik asit: 16 karbon atomlu doymuş bir yağ asiti. Palm yağında çok bulunan doymuş yağ asiti.

Pankreas: Mide yakınında bulunan bir organ; pankreas kanal yoluyla ince bağırsak içine salgılanan pankreas sıvısını üretir. Aynı zamanda, bazı sindirim enzimleri yanında glukoz metabolizmasını kontrol eden insülin ve glukagon hormonlarını da salgılayan bir iç salgı bezidir.

Parlatılmış, parlatma: Özellikle çeltik fabrikasında çeltikten pirinç eldesi sırasında fırçalama makinesi ile daha küçük pürüzsüz parçacıklara indirgenmiş kabuksuz tahıl taneleri. Daha çok çeltikten pirinç eldesi aşamasında çeltik fabrikasında uygulanan ve kepeğin taneden uzaklaştırılma işlemi.

Patojen: Hastalık üreten herhangi bir mikroorganizma veya madde.

Pelet: Mekanik bir işlemle sıkıştırarak ve zorla delikli kalıptan geçirerek oluşturulan birleştirilmiş yem. *Peletlenmiş yem ve sert pelet* benzer terimlerdir.

Pelet yem: Peletleme işlemine tabi tutulmuş, peletlenmiş yem.

Peletleme: Öğütülerek karıştırılmış yemlerin, özel pelet bağlayıcılar veya melas katılarak pelet presinde sıcaklık, buhar ve basınç altında tavlandıktan sonra rulo yardımıyla ileri sürülüp gözenekli kalıplardan çıkarılması ve kurutulması işlemine denir.

Pentoz: Arabinoz, ksiloz ya da riboz gibi beş karbonlu bir şeker.

Pentozan: Öncelikle beş karbonlu şekerlerden oluşan bir polisakkarit araban ve ksilan örneklerdir.

Pernisiyoz anemi: Mide mukozasını etkileyerek hem ağır bir kansızlığa hem de sinir sistemi bozukluklarına neden olan bir hastalık olup B₁₂ vitamin noksanlığına bağlı olarak gelişir

Peroksidasyon: Yağların bileşimlerindeki doymamış moleküllerin oksijenle yükseltgenmesi olup bunun sonucu aldehit, keton, hidroksi asitler, keto asitler, alkoller ve

daha küçük molekülü yağ asitleri oluşur. Bu çeşit bozulmaya peroksidasyon denir ve yükseltgenme ile meydana gelir

Pepsin: Mide tarafından proaktif pepsinojen formunda üretilen HCl tarafından aktive edilen proteolitik bir enzim.

Permeabl: Penetre olabilen, geçirgen.

Pişirilmiş, pişirme: Kimyasal ve/veya fiziksel özellikleri değiştirmek ya da sterilize etmek üzere nemli ortamda ısıtılmış.

Plazma: Kanın sıvı kısmı; serum, fibrinojenin pıhtılaştırılma işlemi ile uzaklaştırılmış olduğu plazmadır.

Polinevrit: Birçok periferik siniri kapsayan bir yangı.

Poliüri: Aşırı idrar boşaltımı.

Prebiyotik: Sindirim sistemindeki olumlu bakterilerin gelişmesini veya aktivitelerini seçici olarak arttıran, bağırsakların, bağışıklık sisteminin ve vücudun genel sağlık durumunu faydalı bir şekilde etkileyen sindirilemeyen 3 ila 8 (6-10) monosakkarit molekülünün bir araya gelmesi ile oluşmuş oligosakkarit yapıda MOS, FOS, COS gibi karbonhidrat molekülleridir.

Prekursör: Başka bir bileşik oluşturmak üzere vücut tarafından kullanılabilen bir bileşik, A vitamini üretmek üzere kullanılan karoten gibi.

Premiks (ön karışım): Daha büyük bir yığın içerisine mikro bileşenlerin katılmasında kullanılan, bir veya daha fazla mikro bileşen (vitamin ve/veya mineral) ve taşıyıcı/sevreltici içeren homojen karışımı.

Premiks yapmak: Sevrelticiler ve/veya taşıyıcılar ile mikro bileşenleri içeren ön karışım yapmak.

Probiyotik: bağırsak mikrobiyal dengesini geliştirerek konakçı hayvanda yararlı etkiler oluşturan canlı mikrobiyal yem katkı maddeleri olup probiyotik preparatları, canlı bakteriler, mantarlar, maya ve maya kültürleri içerir.

Proenzim: Aktive edilmemiş (inaktif) enzim.

Propiyonik asit: Özellikle nişastanın rumende yıkılmasında sonucu açığa çıkan rumen içeriğinde yaygın olarak bulunan uçucu yağ asitlerinden biri.

Protein: Amino asitlerin peptid bağları ile bağlanması sonucu oluşan, vücudun yapı taşı olan organik bileşik.

Protein kalitesi: Esansiyel amino asit niceliğine bağlı protein niteliği

Radyoaktif: Herhangi bir maddenin atom çekirdeğindeki nötronların sayısı proton sayısından fazlaysa çekirdekte kararsızlık oluşur böylece fazla nötronlar parçalanır. Parçalanma sırasında ortaya alfa, beta, gama adı verilen ve çıplak gözle görülmeyen ışınlar çıkar. Bu ışınlara "radyasyon" denir.

Radyoizotop: Bir elementin radyoaktif bir formu, genellikle hayvandaki metabolik aktiviteyi izlemek üzere bitkiler ve hayvanlar ile yapılan deneysel çalışmalarda kullanılır.

Rasyon: Hayvanların 24 saatlik (günlük) besin madde gereksinimlerini karşılamak için gün içinde tek veya birden fazla öğünde verilen yem karışımı.

Raşıtizm: Vitamin D eksikliği ve metabolizmasındaki bozukluğa bağlı olarak kemiklerde kalsiyum ve fosfor depolanmasındaki problemle genç bireylerde açığa çıkan bir çeşit kemik hastalığıdır

Renin: Genç memelilerin mide sıvısı içinde bulunan ve sütü pıhtılaştırılan bir enzim.

Retikulum: Ruminant midesinin ilk bölümüdür. Alınan yemlerin rumene veya omasuma taşınmasını sağlar ve geviş getirme sırasında rumen içeriğinin ağıza tekrar döndürülmesinde (regurjitasyon) rol almaktadır.

Retiküler oluk: Yemek borusunun alt ucunda kaslı bir yapı; kapandığında, sütün doğrudan abomasuma gitmesine olanak sağlayan bir tüp oluşturur; bazen *özofagal oluk* olarak adlandırılır.

Rumen: Ruminant midesinin ikinci bölümü olup, fermantasyon fıçısı gibidir ve çok büyük bir mikrobiyal (bakteri ve protozoa) popülasyona sahiptir. Mikrobiyal sindirim ve mikrobiyal protein üretim merkezidir.

Ruminant: Dört bölmeli bir mideye sahip olan ve geviş getiren çift toynaklı memeliler grubu üyesi.

Ruminasyon: Önceden yenilen yemi ağıza geri getirme, sıvıları tekrar yutma ve kat maddeleri (geviş) yeniden çiğnenme işlemi.

Sabunlaşabilir: Sabun oluşturmak üzere alkali ile tepkimeye girme yeteneğinde olan.

Safra kesesi: Çiftlik hayvanlarının (at dışında) karaciğerine bağlı, safranın depolandığı membranöz bir kese.

Safra: Yağların sindiriminde yardımcı olan kolesterol ve safra asitleri gibi metabolitleri içeren karaciğerde üretilip, safra kesesinde depolanan salgı.

Salmonella: Kirli yemlerde bulunan patojenik, ishal yapıcı bir organizma.

Sarkoma: Genellikle son derece kötü huylu bir yumuşak doku tümörü.

Scratch (hasarlı) (Fiziksel form): Bütün, kırık veya kabaca parçalanmış tahıl tanesi. Hasarlı tahıl tanesi, hasarlı yem benzer terimlerdir.

Seçmeli yemleme: Hayvanın yiyeceği yemi seçebildiği yemleme yöntemi.

Sekum: Kolon ile ince bağırsağın kesişiminde yer alan kör bir kese (insanda, apandis); kalın bağırsağın bir bölümü olup kanatlılarda bir çifttir.

Selüloz: Çoğu sindirim enzimleri (mikroorganizmalar tarafından üretilen bazıları dışında) tarafından hidrolize dayanıklı olan, glukoz molekülleri arasındaki bir bağlantı ile karakterize edilen glukoz polimeridir. Dünyada en yaygın ve bol bulunan organik maddedir. β -1-4 glikozidik bağlarla bağlanmış bir glukoz polimeridir. Çok sağlam bir yapısı vardır. Pamuk, doğada en yaygın olarak bilinen saf selüloz kaynağıdır. Memeliler ve kanatlılar β -1-4 glikozidik bağları parçalayacak enzimlere sahip değildirler. Selüloz mikrobiyal selüloz ile sindirilebilmektedir. Bitkisel dünyada formu ve boyutu bakımından çok farklılıklar göstermektedir ve bitki hücre duvarının en önemli yapı taşıdır.

Sendrom: Birlikte oluşan birtakım belirtiler anlamında tıbbi bir terim.

Septisemi: Patojenik bakterilerin ve zehirlerinin kandaki varlığından kaynaklanan hastalıklı bir durum.

Serbest tüketim: Rasyonun bir kısmı ya da tamamının gün boyu sürekli verilerek hayvan istediğinde tüketebilmesi

Serum: *Bakınız*, Plazma.

Seyreltik: Besin ve/veya katkı maddelerinin; hayvanlar tarafından tüketimini artırmak, güvenli kullanımın ve yemlerde homojen dağılımını sağlamak amacıyla yoğunluğunu azaltmak için kullanılan yenilebilir bir madde. Aynı zamanda, bir taşıyıcı da olabilir.

Sıvı yağ: Genellikle oda sıcaklığında sıvı olan, doymamış yağ asitlerince zengin saf yağların bir karışımı.

Silaj: Silo yemi veya silaj, suca zengin yemlerin havasız ortamda süt asidi (laktik asit) bakterilerinin etkinliğine bırakılarak fermente edilmeleriyle elde edilen yemlerdir.

Silolama: Silaj yapma.

Silolanmış: Silaj yapımı için anaerobik fermentasyona tabi tutulmuş.

Sindirilebilirlik, gerçek: Görünür sindirilebilirlikten dışkıda var olan endojen kaynaklı (ölü hücre, vücut öz salgısı vb.) maddeler çıkarıldıktan sonra sadece yemlere ait sindirilebilirlik.

Sindirilebilirlik, görünür: Tüketilen yem ile dışkı çıkışı arasındaki farkın oranıdır. Dışkıda sindirilmeyen kısmın yanı sıra vücuttan kaynaklanan bazı maddeleri, birçok mikrobiyal ürünleri ve çeşitli salgılar içermesi nedeniyle gerçek sindirilebilirlikten farklıdır.

Sindirim: Sindirim mekanik, mikrobiyolojik ve kimyasal olarak üçe ayrılır; mekanik sindirim fiziksel olarak büyük moleküllerin küçük moleküllere ayrılması, mikrobiyolojik sindirim özellikle bakterilerin sahip oldukları enzimlerle büyük molekülleri hidrolizi etmeleri, kimyasal sindirim ise besinleri en küçük yapı taşına kadar ayrılması olayıdır. Biyolojik dünyada tamamı canlı bünyesinde, sindirim sisteminde olur. Uygun ekipman ve malzeme yardımıyla laboratuvar koşullarında da gerçekleştirilebilir.

Stabilize edilmiş: Belirli bir maddenin eklenmesi ile kimyasal değişime daha dirençli yapılmış.

Stearik asit: 18 karbonlu doymuş bir yağ asidi.

Sterol: Kolesterol gibi yüksek moleküler ağırlıklı bir alkol; hem bitkiler hem de hayvanlar için yaşamsal önemde birçok kimyasal sentezlemede kullanılan temel bir bileşik.

Stres: Vücut ve bölümlerinin fizyolojik işleyişini bozma eğiliminde olan herhangi bir durum (hastalık, ses, nem, sıcaklık, yoğunluk, açlık, susuzluk vb.).

Suyu alınmış, suyunu alma: Isıtma yoluyla nemi uçurulmuş.

Sükroz: Birer molekül glukoz ve fruktozdan oluşan bir disakkarit (mutfak şekeri olarak bilinir).

Şelat: Bir metali yarayışsız bileşik oluşumundan koruyan molekül yapısı. Örneğin hayvan beslemede esansiyel öneme sahip iz elementlerin organik (amino asit, protein, yağ asiti, karbonhidrat, maya veya metionin hidroksi analog (MHA) bir yapıya bağlanmış hali.

Tahıl kabuklar: Harman ya da hasat sırasında tohumlardan ayrılan diğer bitki kısımlar ile birlikte kavuzlar, kabuklar ya da diğer tohum örtüleri.

Tahıl tanesi (Kısım): Buğdaygil bitkilerinden elde edilen tohum.

Tam yem: Bir hayvan için tek başına yem kaynağı olarak kullanılan yem karışımı.

Tampon: Bir asit ya da alkali eklendiğinde pH'daki değişiklikleri azaltabilen herhangi bir madde.

Tapyoka (Manyok): Yenilebilir nişastalı kökleri olan, sütleğen ailesinden tropikal bir bitki.

Taşıyıcı: Bir rasyona iz miktarlardaki besin maddelerinin katılmasını kolaylaştırmada kullanılan yenilebilir madde.

Tat: Rasyonun katı ya da sıvı bileşenleri arasındaki ya da içindeki tatlar ayırt etme yeteneği.

Tavlanmış, tavlama (işlem): Sıcaklık ve buhar uygulaması ile peletleme veya ekstrüzyon sırasında yapılan ön işlem.

Tek mideli: Sindirim sistemi anatomik yapısı bakımından midesi tek olan

Temel metabolik hız: Vücut büyüklüğünün her birimi için kilokalori olarak ifade edilen temel metabolizma, bir hayvanın fiziksel aktivite, sindirim ve duygusal dinlenme süresince ısı üretimi.

Tiroksin: Tiroit bezi tarafından üretilen, iyot içeren bir hormon.

TMR (toplam mix rasyon): Ruminant hayvanların 24 saatlik (günlük) besin madde gereksinmelerini karşılamak için gün içinde tek veya birden fazla öğünde verilmek üzere hazırlanan kaba ve yoğun yemlerin birlikte karıştırılması ile hazırlanan yem karışımı.

Tok, Tokluk: Fiziksel ve/veya fizyolojik olarak doyuma ulaşmış olma durumu; açlığın karşıtı.

Toz (Kısım): Genellikle tahılların temizlenmesi veya öğütülmesinden kaynaklanan ince, kuru toz şeklinde yem formu.

Trigliserit (yağ): Gliserol ve üç yağ asidinden oluşan bir ester.

Tripsin: Pankreas tarafından üretilen proteolitik bir sindirim enzimi.

TSBM (Toplam Sindirilebilir Besin Maddeleri): Bir hayvan için bir yemin göreceli enerji değerini gösteren bir değer.

Un: Tahıl tanelerinin, diğer tohumların ya da ürünlerin öğütülmesi ile elde edilen yumuşak, ince öğütülmüş ve elenmiş kısım. Temelde endospermin nişasta ve gluteninden oluşmaktadır.

Uçucu yağ asitleri (UYA): İşkembedeki fermentasyon sonucu oluşan asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit gibi çok kısa (2-3-4 karbonlu) zincirli yağ asitleri

Üre: Memelilerde protein metabolizmasının başlıca son ürünü; idrardaki en önemli azotlu bileşenlerde biri; bazen geviş getiren hayvanların rasyonlarında azot kaynağı olarak kullanılan protein tabiatında olmayan yaklaşık %46 azot içeren sentetik bir ürün.

Üreaz: Üreden karbon dioksit ve amonyak üretilmesi için gerekli bir enzim; rumendeki birçok mikroorganizma üreaz aktivitesine sahiptir.

Üremi: Hatalı böbrek boşaltımına bağlı olarak idrar bileşenlerinin kandaki toksik birikimi.

Ürik asit: Pürin metabolizmasının azotu son ürünü; kuşların idrarındaki başlıca azot içeren bileşendir.

Vag siniri: Beynin alt kısmından başlayıp, göğse, karın bölgesine kadar uzanan ve kalp atışı, soluk alma verme, yutma, konuşma, sindirim ve daha birçok bedensel işlevi düzenleyen onuncu ve en uzun kafa siniri olup, özellikle yemek borusu, gırtlak, mide, bağırsaklar, akciğerler ve kalbi kontrol eden sinir.

Villuslar: İnce bağırsak duvarının iç kısmına bağlı, bağırsakların emici yüzey alanını artıran küçük iplik benzeri çıkıntılar.

Viskozite: Akışkanlığa karşı direnç.

Vitamin: Hayvanların yaşam için küçük miktarlarda gerekli olan bir grup organik maddeden biri.

Vitaminler, suda eriyen: Suda çözünür olan vitaminler. Bu grupta, askorbik asit (C vitamini) ve B grubu vitaminler: biyotin, kolin, kobalamin, ya da siyanokobalamin, folasin, niyasin, pantotenik asit, pridoksin, riboflavin ve tiamin yer alır.

Vitaminler, yağda eriyen: Yağlarda çözünür olan vitaminler. Bu grupta; A, D₂, D₃, E (tokoferol) ve K vitaminleri yer alır.

Vücut atığı: Boşaltım ürünleri, öncelikle dışkı ve idrar.

Weende Yem Analizleri: Ham besin madde (ham protein, ham yağ, ham kül ve nitrojensiz öz maddeler) analizleri, yem besin madde içeriği hakkında özet bilgi verir.

Yağ asiti: Esterlerle bileşikler yaparak yağ moleküllerini meydana getiren maddeler.

Yağların yıkılması-katabolizması: organizmanın dış ortamdan yeterli enerji alamadığı koşullarda depo yağlarının enerji gereksinimini karşılamak amacıyla kullanması

Yağda çözünen: Yağlarda veya organik çözücülerde çözünen ve genellikle suda çözünmeyen.

Yağlanma: Fazla enerjinin yağ doku (yağ) şeklinde vücutta birikmesi.

Yaklaşık analiz: Yem, dışkı ve diğer tarımsal ürünleri tanımlamak için kullanılan analitik işlemlerin bir bileşimi.

Yan ürün: Ana ürüne ek olarak işleme aşamasında açığa çıkan ikincil ürün.

Yapay olarak kurutulmuş: Nemi doğal yolların dışında uzaklaştırılmış.

Yapısal karbonhidrat: Selüloz, lignin, hemiselüloz gibi bitki hücre çeperini oluşturan polisakkarit yapıda karbonhidratlar.

Yapısal olmayan karbonhidrat: Enerji sağlayıcı, kolay sindirilebilir şeker ve nişasta gibi depo karbonhidratlar.

Yem: Pratikteki deneyimlerin gösterdiği sınırlar içinde kalan miktarlarda ve koşullarda hayvanlara yedirildiğinde, hayvanın sağlığına zararlı etkisi olmayan, hayvanların yaşamlarını sürdürmelerini ve verim vermelerini sağlayan, hayvanların yararlanabileceği formlarda organik ve inorganik besin maddeleri içeren ve ağız yoluyla alınan tüm maddeler.

Yemlik: Hayvan yemi için uygun ama düzenleyici kurumlarca insan gıdası olarak kullanımına izin verilmeyen.

Yem bitkisi: Hayvanlar beslemek amacıyla mera, kuru ot, ot silaj, silaj veya yeşil doğranmış olarak kullanılan bitkiler.

Yem Karması: Hayvanlara besin madde temin etmek için yem maddelerinden oluşturulan karışımdır.

Yem Katkı Maddesi: Çiftlik hayvanlarının beslenmesinde, normal yetiştirme koşullarında gereksinim duyulmayan, fakat yeme katıldıkları zaman yemlerdeki besin maddelerinin emin şekilde hayvanlara bozulmadan verilmesini, hayvan tarafından daha kolay sindirilmesini, bağırsaklardan emilip vücut hücrelerine taşınmasını sağlayan, bağırsak ortamını düzenleyen, yemden yararlanmayı iyileştiren, ürün miktarını ve kalitesini artıran, ürünün hijyenine ve standartlara uygunluğuna katkı sağlayan, ürünün görünümünü değiştiren, niteliğini etkileyen veya bir başka nedenle ekonomik yarar sağlayan madde.

Yem Maddesi veya Yem Hammaddesi: Hayvan yemi olarak kullanılan madde veya hayvan yeminin hazırlanmasında hammadde olarak kullanılan materyal.

Yoğun (kesif) Yem: Temel besin maddelerinden (enerji, protein, yağ, vitamin, mineral) biri veya birkaçı bakımından zengin, besin maddelerinin sindirilme derecesi yüksek yem maddeleri olup, birim ağırlıkta yüksek oranda sindirilebilir besin maddesi içeren yemlere “yoğun (kesif) yemler” adı verilir.

Yoğunlaştırılmış, yoğunlaşma (İşlem): Nemin uzaklaştırılmasıyla daha yoğun bir forma getirilmiş.

Zenginleştirme: Yem veya gıdaya vitamin ve/veya iz mineral katkısı yapmak