

58/12

ANKARA ÜNİVERSİTESİ.
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YARI KATI FERMANTASYON YÖNTEMİYLE
BUĞDAY SAMANININ BİYOLOJİK DEĞERİNİN ARTIRILMASI


R.Ertan ANLI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARIM ÜRÜNLERİ TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

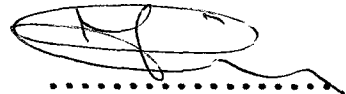
Bu Tez 26./4/1988 tarihinde Aşağıdaki Jüri tarafından
..90. (Doksan)..... Not Takdir Edilerek Oybirliği/Oyçokluğu
ile Kabul edilmiştir.


.....

Prof. Dr. M. Hilmi PAMİR
Danışman

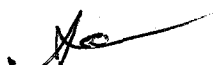

.....

Doç. Dr. Nazif KOLANKAYA


.....

Prof. Dr. Işıl FİDAN

T. C.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YARI KATI FERMANTASYON YÖNTEMİYLE
BUĞDAY SAMANININ BİYOLOJİK DEĞERİNİN ARTIRILMASI

R. Ertan ANLI

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Ürünleri Teknolojisi Anabilim DalıDanışman: Prof. Dr. M. Hilmi PAMİR
1988, Sayfa: 33Jüri: Prof. Dr. M. Hilmi PAMİR
Prof. Dr. Işıl FİDAN
Doç. Dr. Nazif KOLANKAYA

Bugün özellikle gelişmekte olan ülkelerin çözüm bulmakta daha çok sıkıntı çektikleri doğal kaynakların giderek azalması ve yetersiz beslenme vb. sorunlar o ülkeleri yeni kaynaklar ve yeni besinler bulmaya zorlamaktadır. Hayvan varlığı büyük olan ülkemizde de hayvanların yetersiz beslenme sorunu giderek daha büyük boyutlara varmaktadır. Diğer taraftan ülkemizde hayvan beslenmesinde büyük ölçekte kullanılan samanın besin değeri çok düşüktür. Bu bakımdan samanın biyolojik veya kimyasal delignifikasyonu üzerinde önemle durulmalıdır.

Biz bu amaçla daha yeni ve daha "temiz" bir teknik olan biyoyıkım tekniğini yarı-katı fermantasyon yöntemiyle ve Sporotrichum pulverulentum ve Candida utilis funguslarının karışık kültürüyle denedik. Elde ettiğimiz sonuçlara göre fermantasyon süresinin 7 günden 21 güne çıkarılmasıyla sellüloz yıkımı % 38.52 den % 31.52'ye, protein sentezlenmesi % 2.57 den % 9.44'e ulaşmıştır. Bu, yüzde olarak sellüloz yıkımında % 18.17'yi, protein biyosentezlenmesinde ise % 267.31'i diğer bir deyimle 2.67 kez artışı ifade eder.

Buğday samanının in vitro sindirilebilirliğine gelince, yukarıdaki deneylerden elde olunan ürünlerde yapılan analizlere göre organik madde sindirilebilirliği % 24.29'dan % 33.65'e, kuru madde sindirilebilirliği ise % 24.18'den % 34.82'ye yükselmiştir. Bu durum organik madde sindirilebilirliğinde % 38.53, kuru madde sindirilebilirliğinde ise % 44'lük bir artışı ifade eder.

Bu sonuçlara bakarak biyoyıkımın kimyasal yıkım yerine bir seçenek olup olamayacağı hakkında bir sonuç

ıkarmak zordur. Ancak olaya yalnızca bir sellüloz biyoyıkımı veya bir protein biyosentezi olarak değil, aynı zamanda bir vitamin biyosentezi ve çevrenin korunması olarak da yaklaşmak gerekir. Böyle olduğu takdirde biyoyıkım fermantasyon tekniğinin diğerlerine bir seçenek olma şansının olup olmadığı kesin olarak anlaşılabilir.



ANAHTAR KELİMELELER: Buğday samanı, ligno-sellülotik fungus biyoyıkım, biyolojik değer, karışık kültür yarı katı fermantasyon.

ABSTRACT

Masters Thesis

INCREASING THE BIOLOGICAL VALUE OF WHEAT
STRAW THROUGH SEMI-SOLID FERMENTATION SYSTEM

R. Ertan ANLI

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agricultural Products Technology

Supervisor: Prof. Dr. M. Hilmi PAMİR

1988, Page: 33

Jury: Prof. Dr. M. H. PAMİR

Prof. Dr. Işıl FİDAN

Assoc. Prof. Dr. Nazif KOLANKAYA

The problems such as the reducing of natural resources and malnutrition etc. of developing countries force these countries to find out novel foods and resources. The livestock of our country is very high. The malnutrition of this livestock extends to a great magnitude in Turkey. On the other hand the biological value of straw which is used for feeding of livestock is very low. For this reason it is necessary to consider one of the biological or chemical delignifications of straw in our country.

From this point of view we have studied the biodegradation using mixed culture of Sporotrichum pulverulentum and Candida utilis through the semi-solid fermentation technique. According to the results the cellulose biodegradation and the protein biosynthesis reached from 38.52 % to 31.52 % and from 2.57 % to 9.44 % in a period of 21 days respectively. This means 18.17 % biodegradation of cellulose; 267.3 % biosynthesis of protein. That is to say the protein biosynthesis appeared to increase 2.67 times.

As to the in vitro digestibilities of novel feed produced from above mentioned assays the organic substance digestibility increased from 24.29 % to 33.65 % and the dry substance digestibility increased from 24.18 % to 34.82 %. This means 38.53 % and 44% increase in two digestibilities respectively.

According to these results it is hard to say that the chemical degradation system can be replaced by the biodegradation system merely from the point of view of the cellulosic biodegradation, the protein biosynthesis and also

the feasibility. However, it should be remembered that the vitamin synthesis is carried out during this fermentation as much. Also this biodegradation is a novel and clean system with respect to the chemical degradation. That is to say this system helps to keep the nature clean.



KEY WORDS: Wheat straw, ligno-cellulosic fungus, biodegradation, biological value, mixed culture, semi-solid fermentation.

TEŐEKKÜR

Araştırmanın konusunun seğiminde, ęalıřmalarım ve eserin yazımında büyük yardımlarını ve teşviklerini esirgemeyen kıymetli hocam Sayın Prof.Dr.M.Hilmi PAMİR'e yrekten teşekkrlerimi sunarım. Ayrıca laboratuvar ęalıřmalarım sırasındaki değerli yardımları ięin Sayın Yrd. Doę.Dr.Murat ZİNCİRLİOğLU'na, A.. Zootečni bölümü personeline ve projeye maddi destek sağlayan Ankara Üniversitesi Araştırma Fonu Başkanlığı'na teşekkür etmeyi bir borę bilirim.

İ Ç İ N D E K İ L E R

	<u>Sayfa No</u>
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
3. MATERYAL VE METOD	10
3.1. Materyal	10
3.1.1. Deney kabı	10
3.1.2. Deney inkübatörü	10
3.1.3. Deney substratı	10
3.1.4. Malt çimi ekstraktı (MÇE) hazırlanması	10
3.1.5. Deney mikroorganizmaları	10
3.1.6. Deney mikroorganizmaları için yetiştirme ve saklama besiyeri	11
3.2. Metod	11
3.2.1. Rutubet tayini	11
3.2.2. Ham sellüloz tayini	11
3.2.3. Ham protein tayini	11
3.2.4. Sindirilebilirlik tayini (<u>in vitro</u>)	11
3.2.5. İnokulumun hazırlanması	13
3.2.6. Deneyin yapılışı	13
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	
4.1. Sellülozun <u>S. pulverulentum</u> tarafından biyoyıkımı ve protein biyosentezi üzerine besin maddelerinin etkisi deneyi	15

4.2. Sellülozun <u>S. pulverulentum</u> tarafından biyoyıkımı ve protein biyosentezi üzerine inokulumun etkisi deneyi	17
4.3. Sellülozun <u>S. pulverulentum</u> + <u>Candida utilis</u> karışık kültürü tarafından biyoyıkımı ve protein biyosentezi deneyi	19
4.4. Sellülozun <u>S. pulverulentum</u> + <u>C. utilis</u> karışık kültürü tarafından biyoyıkımı ve protein biyosentezi üzerinde fermantasyon süresinin etkisi deneyi	21
4.5. Buğday samanının <u>S. pulverulentum</u> ile yapılan fermantasyonuyla elde edilen yemin <u>in vitro</u> sindirilebilirlik deneyi	22
4.6. Buğday samanının <u>S. pulverulentum</u> + <u>C. utilis</u> karışık kültürü kullanılarak 7 gün süreyle yapılan fermantasyonuyla elde edilen yemin <u>in vitro</u> sindirilebilirlik deneyi	24
4.7. Buğday samanının <u>S. pulverulentum</u> + <u>C. utilis</u> karışık kültürü kullanılarak 21 gün süreyle yapılan fermantasyonuyla elde edilen yemin <u>in vitro</u> sindirilebilirlik deneyi	25
KAYNAKLAR	29

SİMGELELER

a : % 1'lik NH_4NO_3 çözeltisi

MÇE^b : Malt Çimi Ekstraktı



1. GİRİŞ

Günümüzde insanlığın karşılaştığı en önemli sorunlar açlık, çevre kirlenmesi ve enerji darlığıdır. Bu sorunlar ancak yeni enerji kaynakları ve teknolojilerin bulunmasıyla çözümlenebilir.

Birleşmiş Milletler Gıda Tarım Örgütü FAO'nun yaptığı araştırmalar (1980) 5 milyar dolayında olan dünya nüfusunun yakın bir gelecekte 6 milyara ulaşacağını göstermektedir. Başka bir araştırma ise az gelişmiş ülkelerde yaşayan 1.1 milyar insanın yetersiz beslendiğini göstermektedir (Senez 1982).

Öte yandan yapılan araştırmalardan günümüzde yaklaşık 25 milyon ton olan protein üretiminin yüksek nitelikli olan 2/3'ünden fazlasının gelişmiş ülkeler tarafından tüketildiği anlaşılmaktadır (Akman 1980). Bircheustaedt ve arkadaşlarına (1977) göre ikibin yılında dünya nüfusunun beslenmesi için buğdaygillerde % 110, baklagillerde % 225 ve hayvansal besinlerde % 210 oranında üretim artışı olması gerekmektedir.

Bugün yenilenebilir organik maddeler arasında dünyamızda en fazla bulunan maddelerin başında sellüloz gelmektedir. Amerika'da yapılan bir araştırmaya göre dünyadaki bitki varlığının $1.8 \cdot 10^{22}$ ton ve aynı zamanda bitkilerin % 40 sellüloz içerdiği kabul edilirse, dünya sellüloz varlığının $72 \cdot 10^{10}$ ton olduğu hesapla bulunabilir.

(Stephens ve Heichel 1975). Hayvan beslenmesinde yem olarak kullanılan otsu bitkilerin lignosellüloz yapısında olması araştırmacıları bu kaynaktan yararlanmaya yöneltmiştir. Van Soest (1977); Han ve ark.'na (1976) göre bitki hücre duvarlarında bulunan ligninin kompleks ve büyük bir molekül olması yanında, sellüloz ve hemisellülozlarla kovalan bağ oluşturması, bu bileşenlerin rumen bakterilerince sindirimini engellemektedir. Bu durum araştırmacıları lignini hücre duvarından uzaklaştırarak sindirilebilirliği arttırmaya yöneltmiştir. Bu konudaki araştırmalar II. Dünya Savaşı yıllarına kadar uzanmaktadır. Bugüne değin yapılan çalışmaların çoğunda alkali, NH_3 , SO_2 , asit gibi kimyasal delignifikasyon yöntemleri uygulanmıştır.

Başka çalışmalarda ise, önce asit veya alkali muamelesinden sonra bakteri ve mayalarla protein zenginleştirilmesine çalışılmış ve bunun rumen sindirimini olumlu yönde etkilediği gösterilmiştir (Han ve ark. 1976).

Son zamanlarda ise lignosellülozlu maddelerin ön işlemleri için biyolojik yöntemlere yönelinmiş ve samanların biyolojik parçalanmasına çalışılmıştır. Bu amaçla, çalışmaların çoğunda Basidiomycetes sınıfına giren beyaz çürükçül funguslar kullanılmıştır (Gök 1985).

Ekonomisi tarım ve hayvancılığa dayalı olan Türkiye'de 1982 istatistiklerine göre buğday ve arpa üretimi sırasıyla 17.500.000 ve 640.000 ton'dur. (Türkiye İstatistik Yıllığı 1983). Sanayileşen ülkemizde ayır ve mera

alanlarında geriye kalan sap, saman gibi artıklardan yararlanma zorunluluğu doğmaktadır.

A.B.D.'de yapılan bir araştırmaya göre her yıl % 40 sellüloz içeren 400 milyon ton tarımsal artık oluşmaktadır. Bu miktarın toplam hazmolabilir maddelerinde, hatta hayvan tarafından faydalanılabilen kısmında % 80'e varan bir artış sağlanabilseydi, bu ülkenin sığır hayvancılığı iki katına çıkardı. Bu ise 700 milyon insanın günde 2400 kcal alabilmesini sağlayan oranda hububattan tasarruf demek olurdu. Ayrıca bu bir yandan dünyanın gereksinimi olan besleyici değeri yüksek yem üretimini sağlarken, diğer yandan da serbest kalacak olan çayır ve mera alanlarının başka tarımsal amaçlar için kullanılması olanağını sağlardı (Delweg 1978: Pamir'den 1981).

Geviş getiren hayvanların beslenme özellikleri nedeniyle yaşama payının tamamı ve verim payının belirli bir kısmı, kaba yem ile karşılandığında beslenme girdileri daha ucuza malolabilmektedir. Hızla endüstrileşen ülkemizde çayır ve mera alanlarındaki azalmalar, buna karşın büyük geviş getiren hayvan varlığımız, buğdaygil ve baklagil sap ve samanlarından kaba yem olarak daha çok ve daha iyi faydalanma zorunluluğunu getirmektedir. Halbuki bu ziraat artıkları sellüloz ve odunsu maddelerce zengin, buna karşılık protein, vitamin ve diğer besin maddelerince çok fakir olduklarından, biyolojik değerleri düşüktür.

Bu lignosellülozik maddelerin bu yönünü ıslah etmek için araştırmacılar lignini parçalayarak sellülozun

sindirilebilme derecesini yükselten kimyasal yöntemler geliştirmişlerdir. Bu konuda yukarıda gelişme süreci anlatılırken bilgi verilmişti. Bizim bu araştırmada yapmak istediğimiz ise, biyolojik parçalanma ve dönüşüm yoluyla bir taraftan ligninden sellülozu serbest hale getirirken, diğer taraftanda sellüloz ve parçalanma ürünlerinden pratik koşullara benzer ortamlarda mikrobiyel protein elde etmektir. Bu amaç için hem karışık kültür, hemde yarı katı fermentasyon yöntemlerinden faydalanılması düşünülmüştür.



2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Goldstein (1976) ligninin hücre duvarlarında hemisellülozla birlikte hücre duvarını saran bir kılıf oluşturduğunu ve sellülozun enzimatik hidrolizinde ligninin engelleyici bir rol oynadığını göstermiştir. Aynı araştırmada doğal sellüloz moleküllerinin düzenli bir kimyasal yapıya sahip olmaları nedeniyle suda çözünmeyen bileşikler olup, enzimatik hidrolize dayanıklı oldukları saptanmıştır.

Ander ve Eriksson (1976) Sporotrichum pulverulentum ile yaptıkları çalışmalarda ligninin parçalanmasında fenol oksidazların sorumlu olduğunu ve bu enzimlerin başında lakkaz ve peroksidazın geldiğini ileri sürmüşlerdir. Ayrıca saflaştırılmış kültürlerle lakkaz katımı ile ligninin parçalanmasının artırıldığını gözlemlemişlerdir.

Thauher ve arkadaşları (1977) bitki hücre duvarlarında bulunan sellüloz ve hemisellülozların rumen içeriğindeki sellülotik mikroorganizmalarca, yapıtaşları olan heksoz ve pentozlara çevrildiğini ve bunlardan heksozların rumen sindiriminde EMP (Embden - Meyerhof - Parnas) yolu ile metabolize edildiğini, pentozların ise pentoz fosfat yolu ile önce fruktoz -6- fosfata çevrildiklerini ve sonra EMP yoluna girdiklerini göstermiştir.

Eriksson (1978) enzimatik mekanizmada adı geçen ve sellülozu parçalayan enzimlerin birbirlerine sinergetik etkide bulunduğunu ve bu parçalanmada oksidatif olayların

rol oynadığını göstermiştir. Birçok sellülotik mantar oksidaz içerir ve demir iyonlarıyla bağlantılı olarak sellülozun hidrolizine neden olan fazla miktarda hidrojen peroksit oluştururlar. Adı geçen araştırmacı sellülozun beyaz çürükçül fungus S. Pulverulentum ile enzimatik parçalanmasını da incelemiş ve parçalanmada rol oynayan enzimleri: (i) 5 adet endo -1-4- β glükanaz, (ii) 1 adet ekso -1-4- β glükanaz (iii) bir veya birkaç adet 1-4- β glükozidaz olarak göstermiştir.

Aynı araştırmacı sellülozun in vitro sindirilmesinde oksidatif enzimlerden sellobiyoz oksidazın önemli olduğunu saptamıştır. Bu enzimlerden oksidoredüktaz, sellobiyoz ve quinon oksido-redüktazın, lignin ve sellüloz parçalanmasındaki rolleri ortaya konulmuştur.

Kirk (1981) beyaz çürükçül funguslar üzerinde çalışmalar yapmış ve funguslar tarafından ligninin parçalanmasının oksidatif bir süreçte gerçekleştiğini göstermiştir.

Eriksson ve Wallander (1981) Sellobiyoz oksidazın oksijenin serbest radikallerinde yükselmeye neden olduğu ve bu yolla lignin parçalanmasında görev alabileceğini belirtmiştir. Luginbühl ve ark. (1981) ise ön işlemden geçirilmiş saman örneklerinin protein değerlerini farklı funguslar kullanarak artırmayı denemişlerdir. Denenen fungusların içinde 37°C'de gelişen S. pulverulentum ve 45°C'de gelişen Chrysosporium termophile en iyi sonuçları vermişlerdir. Üç haftalık inkübasyon sonucunda bu iki fungus ile % 8-10 protein içeriğine yaklaşılmıştır. Ayrıca Candida utilis

ve S. pulverulentum'un birlikte kullanılmasıyla bu oran % 20'ye kadar yükselebilmektedir.

Forney ve Redy (1979) lignin yapısının parçalanmasında hidroksi radikallerin rolünü belirtmişlerdir. Günümüzde hidroksi radikallerin biyolojik sistemlerdeki görevi tam olarak bilinmemektedir.

Zadrazil ve Brunnert (1982) S. pulverulentum ve Dichomitus squalens'in fermantasyon yeteneklerini incelemişler ve S. pulverulentum ile 20 günlük inkübasyon sonucu elde edilen optimum sindirilebilirlik derecesinin % 40-50 arasında değiştiğini ve D. squalens ile 30 gün sonra en yüksek değerlerin % 60 olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca inkübasyon sıcaklığındaki artışın substratın parçalanma hızını etkilediği gözlenmiştir. Öte yandan amonyum nitratın yüksek konsantrasyonunun inhibitör etkisi göstermesine karşın, düşük konsantrasyonunun parçalanmayı artırdığı saptanmıştır. Buna ilâve olarak aynı deneyde yüksek ve düşük orandaki içeriğinin fermantasyonu etkilediği gösterilmiştir.

Kirk (1984) Lignin parçalanmasının iki mekanizma ile yürütüldüğünü ve bu mekanizmaların enzimatik ve enzimatik olmayan mekanizmalar olduğunu savunmuştur. McCarthy ve arkadaşları (1984) ¹⁴C lignin ile etiketlenmiş buğday lignosellülozunun beyaz çürükçül mantarlarla parçalanması üzerinde araştırmalar yapmışlar ve bu beyaz çürükçül funguslardan Phanerochaeta chrysosporium'un, S. pulverulentum'un ve Coriolus versicolor'un radyo izotoplarla etiketlenmiş olan substratı parçaladıklarını saptamışlardır. Bunlardan

en aktif olan S. pulverulentum 37°C'de 15 günde $^{14}\text{CO}_2$ 'un % 50'sine yakınına açığa çıkarmıştır. Ayrıca her üç mantarda da $^{14}\text{CO}_2$ izotopunun açığa çıkışının mantarın gelişme evresinde olup, nitrojen konsantrasyonunun azalmasıyla büyük artış gösterdiği gözlenmiştir.

Gök (1985) P. chrysosporium (S. pulverulentum) ile yaptığı denemelerde çalkalamalı şişe kültürasyon ve yarı katı kültürasyon tekniğini kullanarak, arpa samanını 25 gün fermantasyona bırakmıştır. Çalkalamalı şişe üretiminde erlenmeyer kapları kullanılmış ve besi yerlerine % 1.0 oranında saman örnekleri eklenmiştir. Besiyerleri sterilize edildikten sonra 30°C'de 150 r.p.m. döngüsel çalkalama hızında inkübasyona bırakılmıştır. Yarı katı yöntemde ise 250 ml'lik erlenmeyer kapları 50 ml stok bazal-mineral ortam ve 0.5 g arpa samanı içerecek şekilde hazırlanmış ve pH ayarlaması yapılmıştır. Fungusların ekiminden sonra kültürler 30°C'de durağan şekilde fermantasyona bırakılmıştır.

Çalkalamalı şişe tekniğiyle protein içeriği 1.64 kez, yarı katı kültürasyon tekniğiyle ise 2.17 kez artmıştır. Lignindeki kayıp oranı ise % 35-90'a ulaşmıştır. Ali-doosti (1986) çalışmalarında çalkalamalı kültürasyon ve statik kültürasyon yöntemlerini uygulamış; buğday samanı üzerinde beyaz çürükçül fungusları üreterek 20 günlük inkübasyon sonunda protein miktarlarındaki artışları saptamıştır. Çalkalamalı kültürasyon yönteminde 30°C'de 15 r.p.m. çalkalama hızında inkübasyon uygulanmış, statik

kültürasyon yönteminde ise kültürler aynı sıcaklıkta çalkalanmadan tutulmuşlardır. Denemeler sonucunda çalkalanamalı kültürasyon tekniğinde, aşılanan besiyerlerinde protein miktarında % 3.28'lik bir artışa karşılık, statik kültürasyon tekniğinde % 5.07'lik bir artış gözlenmiştir.



3. MATERİYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Deney kabı

Deney için 48 x 21 x 10 cm boyutlarında ve tabanında 0.1 cm çapında delikleri bulunan alüminyum levhadan yapılmış eleklerle kaplanmış tavalar kullanılmıştır.

3.1.2. Deney inkübatörü

Deneyde Brunswick Psychoterm inkübatörü kullanılmıştır.

3.1.3. Deney substratı

Deney substratı olarak A.Ü. Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümünden sağlanan ve laboratuvarımızda bulunan Apex No: 160/151 parçalayıcısında 1.5 cm büyüklüğünde parçalanmış buğday samanı kullanılmıştır. Bu materyal naylon torbalarda oda sıcaklığında saklanmıştır.

3.1.4. Malt çimi ekstraktının (M Ç E) hazırlanması

Malt çimi ekstraktı 100 g malt çiminin 1 l su içerisinde 15 dakika kaynatıldıktan sonra filtre kağıdından süzülmesiyle elde edilmiştir (Pamir 1978).

3.1.5. Deney mikroorganizmaları

Bu araştırmada kullanılan mikroorganizmalar Spo-

rotrichum pulverulentum No. 32 ve Candida utilis CBS 5609 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü Stok Kültürleri Koleksiyonun'dan sağlanmıştır.

3.1.5. Deney mikroorganizmaları için yetiştirme ve saklama besiyeri

Bu araştırmada kullanılan mikroorganizmalar için hem saklama hem de yetiştirme besiyeri olarak A.O.Ç. Bira Fabrikasından getirilen malt şirasından elde edilen malt agarı kullanılmıştır.

3.2 Metod

3.2.1. Rutubet tayini

Rutubet tayini örneklerin 105°C'lik etüvde 5 saat süreyle kurutulması ile gerçekleştirilmiştir (Yazıcıoğlu ve Durgun 1976).

3.2.2. Ham sellüloz tayini

Ham sellüloz tayini Weende metoduna göre örnekler sırasıyla % 3.125'lik H₂SO₄ ve % 3.125'lik NaOH ile 10'ar dakika kaynatıldıktan ve asbest filtrelerden süzöldükten sonra 105 °C'de 24 saat kurutulup; yakılarak ortaya çıkan ağırlık farkından hesaplanmıştır (Akyıldız 1968).

3.2.3. Ham protein tayini

Ham protein tayini Kjeldahl metoduna göre örnek-

lerin Kjeldahl balonunda derişik H_2SO_4 varlığında yakılması ve daha sonra % 33'lük NaOH ile damıtılmasıyla elde olunan azotun 6.25 faktörü ile çarpılmasıyla elde edilmiştir (Akyıldız 1968).

3.2.4. Sindirilebilirlik tayini (in vitro)

Sindirilebilirlik tayini için 0.5 g ince öğütülmüş saman örnekleri, 50 ml % 2 pepsin içeren 1 N HCl çözeltisi içinde $40^\circ C$ 'de 24 h süreyle su banyosunda tutulmuşlar ve filtre edilip, yıkandıktan sonra 0.05 M sodyum asetat tamponunda, 4.6 pH'da Onzuka R 10 (Yakult Pharmaceutical Industry Co. Ltd. 21, Shingikancho, Nishinamiya 622-Japan) sellülazının (100 mg/100ml) 30 ml'lik çözeltisi ile yine 24 saat bekletildikten sonra özel hazırlanmış kapsüllerin içinde yıkanmışlardır. Daha sonra örnekler $138^\circ C$ 'de 48h süre ile kurutulup, $705^\circ C$ 'de 5h süre ile yakıldıktan sonra OMS (organik madde sindirilebilirliği) ve KMS (kuru madde sindirilebilirliği) aşağıdaki formüllerden hesaplanmıştır (Aufreere, 1982).

$$O.M.S = 100 - \frac{\text{Artık}}{1 - \text{Mineral madde}}$$

$$\text{Artık} = \frac{\text{Kurutmadan sonraki ağır. (g)} - \text{Yandıktan sonraki ağır. (g)}}{\text{Alınan numune miktarı (g)}} \times 100$$

$$K.M.S = 100 - \text{artık}$$

3.2.5. İnokulumun hazırlanması

Bu amaç için deney tüplerinde hazırlanmış yatık malt agar üzerine S. pulverulentum ve C. utilis aşılantısı ve S. pulverulentum 39°C'de, C. utilis ise 30°C'de 3 gün süreyle geliştirilmiştir. Daha sonra bu yatık agarlar üzerine fizyolojik steril su ilâve edilerek spor süspansiyonu elde edilmiştir. Elde edilen spor süspansiyonu 640 nm'de 44 veya 87 transmittans değerleri verecek oranda seyreltildikten sonra inokulum olarak kullanılmıştır.

3.2.6 Deneyin yapılışı

Deneyde kullanılan buğday samanı parçalayıcıdan geçirilerek 1.5 cm büyüklüğünde parçalanmıştır. Bu büyüklük küçük parçaların enzimatik etkinliklere daha uygun olduğu bilindiği halde, halkımızın harmanda yaygın olarak kullandığı batöz samanı düşünülerek, seçilmiştir. Araştırmada saman örnekleri 160°C'de 15 dakika sterilize edilip aşılandıktan sonra tavaya 8-10 cm yüksekliğinde tabakalar halinde yayılmış ve % 70 nem içerecek şekilde % 1'lik NH_4NO_3 veya MÇE ile nemlendirilmiştir. Nemin kontrolü bir higrometre ile yapılmış ve nemin sabit tutulması için inkübatöre verilen hava bir nemlendiriciden geçirildikten sonra hızı 5 ml/dak. olacak şekilde ayarlanmıştır. Buna rağmen deneyin ilk iki gününde nemin sabit tutulabilmesi için zaman zaman samanın üzerine su pülverize edilmesi ve her defasında iyice karıştırılması gerekmiştir. Sonraki günlerde bunu uygulamaya gerek kalmamıştır. Deney $37 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 'de yapılmıştır. Inkübas-

yon sonunda alınan örnekler kurutma dolabında 105 °C'de 1 saat tutularak kurutulmuş ve analize geçilmeden önce bir değirmenden geçirilerek ince bir şekilde öğütülmüşlerdir. Daha sonra sırasıyla kuru madde üzerinden ham sellüloz, ham protein ve sindirilebilirlik (in vitro) değerleri saptanmıştır. 7 günlük fermantasyon sonuçları 2 paralel, 21 günlük fermantasyon sonuçları ise 3 paralel halinde değerlendirilmiştir.



4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1. Sellülozun S. pulverulentum tarafından biyoyıkım ve protein biyosentezi üzerine besin maddelerinin etkisi deneyi

Yalnız S. pulverulentum kullanılarak yapılan bu yıkım deneyi 3.2.6'da anlatıldığı gibi hazırlanmış ve inokulum olarak 640 nm'de 44 transmittans gösteren spor süspansiyonu kullanılmıştır. Inokulum miktarı substratın % 70 nem içermesini sağlayacak oranda olmak üzere 107. 14 g samana 250 ml spor süspansiyonu olacak şekilde tayin edilmiştir. Fermantasyon sürecinde sıcaklık 7 gün süreyle $37 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 'de tutulmuştur.

Çizelge 1. Yem maddesinin yapısı (%) (Akyıldız 1967)

Yem Maddesi	Analiz Sayısı	Kuru Madde	Ham Kül	Organik Madde	Ham Protein	Ham Yağ	Ham Sellüloz	N'sız Öz Maddeler
Buğday Samanı	13	92.3-92.4	9.0-9.8	83.3-83.6	3.6-4.9	1.5-2.2	39.2-40.7	35.6-39.8

Bu deneyde literatür bulgularına göre (Çizelge 1) C- kaynağı olarak % 39.2 - 40.7 oranında ham sellüloz içermesine karşın, bu sellülozun biyolojik parçalanmaya dirençli oluşu ve aynı zamanda ham protein olarak azotlu maddelerin mikroorganizma hücre proteinine göreceli olarak düşük (maya, bakteri, küf mantarı, alg ve şapkallı mantarda sırasıyla % 45-60, % 24-81, % 35, % 68.9 ve %38.73) olması nede-

niyle böyle durumlarda her zaman olduğu gibi, biyolojik deneylerde esas maddeye bazı besin maddelerinin ilâve edilmesi düşünülmüş ve düzenlenen bu deneyde samana bir inorganik azot bileşiği olarak % 1'lik NH_4NO_3 çözeltisinden % 70, organik azotlu bir madde olarak da MÇE'den % 70 nem içerecek şekilde katılmıştır. Bu deneyin sonuçları Çizelge 2'de görülmektedir.

Çizelge 2. Sellülozun S. pulverulentum tarafından biyoyikımı ve protein biyosentezi üzerine bazı besin maddelerinin etkisi

Deney Numarası	Substratın Bileşimi	Sellüloz (% K.M)			Protein (% K.M.)		
		1.gün	7.gün	Fark	1.gün	7.gün	Fark
1	Saman	38.44	36.38	-2.06	2.54	3.30	+0.76
2	Saman + NH_4NO_3 ^a	38.23	35.82	-2.41	6.10	7.07	+0.97
3	Saman + MÇE ^b	38.39	35.33	-3.06	5.23	6.27	+1.04
4	Saman + NH_4NO_3 ^a + MÇE ^b	38.28	34.92	-3.36	5.74	6.94	+1.20

^a% 1'lik çözelti

MÇE^b: Malt çimi ekstraktı

Çizelge 2'de görüldüğü gibi, samana besin maddelerinin katılması sellülozu parçalayabilen deney mikroorganizmalarının metabolizmasını teşvik etmektedir. Denenen konsantrasyon-

lardaki bu teşvik sonucu olarak başlangıçta 1 No.lu denemede saptanan % 38.44 oranındaki sellüloz miktarı 4 No.lu saman + NH_4NO_3 + MÇE deneyinde % 34.92'ye kadar düşmüştür.

Buna karşılık aynı deney sonunda yapılan protein analizlerinin sonuçlarına göre de, metabolizma etkinliği artan mikroorganizmanın doğal olarak meydana getirdiği biyokitle proteininde de bir artış olmakla beraber bu fark % 1.20'yi geçmemiştir.

Gök (1985) yaptığı araştırmada ve 50 ml bazal besiyerine (litrede 0.2 g K_2HPO_4 ; 0.1 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 0.05 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 1.0 g $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; 0.1 g $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; 1.4 g $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 1.0 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; 0.5 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; 0.1 g Malt özütü-Difco, 3.0 g ispirto mayası) 0.5 g saman ilave ederek hazırladığı bir yarı-katı ortamda durağan bir inkübasyonu 25 gün sürdürmüş ve elde ettiği sonuçlara göre protein içeriğinin 2.17 kez arttığını vurgulamıştır. Ali-doosti'de (1986) araştırmasında aynı besiyerine malt özütü yerine üre katarak statik kültürasyon yöntemini uygulamış ve 20 günlük bir inkübasyon sonunda protein miktarında ortalama % 3.28'lik bir artış olduğunu belirtmiştir.

Yukarıda verilen her iki araştırmanın da bizimki ile benzerliği yanında önemli farkları olduğu açıktır. Buna karşın denemelerimizde de protein miktarı % 2.54'den % 6.94'e yükselmiştir.

4.2. Sellülozun S. pulverulentum tarafından biyoyıkımı ve protein biyosentezi üzerine inokulumun etkisi deneyi

Buğday samanının biyoyıkımında inokulumun rolü üze-

rinde hemen her fermentasyon deneyinde durulmuştur. Biz de 4.1'deki deneyin tatmin edici olmayan sonuçlarına bakarak yukarıdaki deneyi bu kez 640 mm'de 87 transmittans gösteren bir inokulumla yapmayı amaçladık. Diğer koşulları 4.1'deki deneyin aynı olan bu paralel deneyde alınan sonuçlar Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. S. pulverulentum tarafından biyoyıkımı ve protein biyosentezi üzerine inokulumun etkisi

Deney Numarası	Substratın Bileşimi	Sellüloz (% K.M.)			Protein (% K.M.)		
		1.gün	7.gün	Fark	1.gün	7.gün	Fark
1	Saman	38.34	36.27	-2.07	2.55	3.32	+0.77
2	Saman + $\text{NH}_4^+\text{NO}_3^a$	38.83	35.92	-2.91	6.10	7.10	+1.0
3	Saman + MÇE ^b	38.41	35.36	-3.05	5.37	6.42	+1.05
4	Saman + $\text{NH}_4^+\text{NO}_3^a$ + MÇE ^b	38.61	34.63	-3.98	6.74	7.97	+1.23

^a: 1'lik çözeltili

MÇE^b: Malt çimi ekstraktı

Çizelge 3'de görüldüğü gibi, gerek sellülozun yıkımında, gerekse proteinin biyosentezlenmesinde elde edilen sonuçlar birbirlerine oldukça yakın bulunmaktadırlar. Bu durumun inokulumların farklı fizyolojik durumlarından ileri gelebileceği ya da parçalanma ürünlerinin baskılama yapabileceği akla gelebilir. Gerçekten de sellülozun enzimatik parçalanmasıyla ortaya çıkan son ürün olan sellobiyoz ve glükozun sellülazı kuvvetle baskıladığı bilinmektedir (Pamir 1981). Bu baskılamanın bizim deneyimizde de ortaya çıktığı düşünülebilir. Diğer olasılık olan inokulumların

farklı fizyolojik durumlarda olma olasılığı ise, inokulumların hazırlanmasında 4.25'deki verilere tam olarak uyulduğu için zayıf görülmektedir.

4.3. Sellülozun S. pulverulentum + Candida utilis karışık kültürü tarafından biyoyıkımı ve protein biyosentezi deneyi

Bu deney 4.2'de açıklanan deney sonuçlarından esinlenerek hazırlanmıştır. Gerçekten de bu deneyde iki maya karışımı kullanılarak bunların olası sinerjetik etkinliklerinden yararlanarak, bir taraftan son ürünlerin ortamda birikimini önlemek ve böylece onların olası baskılamalarını ortadan kaldırmak, diğer taraftan da bu ürünlerin protein olarak biyokitleye dönüşümlerini sağlamak amaçlanmıştır. İnokulumda her iki mikroorganizmanın spor süspansiyonları 640 nm'de 87 transmittans gösterecek şekilde ayarlandıktan sonra aynı oranda (1:1) olmak üzere karıştırılmışlardır. Bu deneyin sonuçları Çizelge 4'de toplu halde gösterilmiştir.

Çizelge 4'de görüldüğü gibi, karışık kültürün kullanılmasıyla gerek sellülozun yıkımında gerekse proteinin biyosentezlenmesinde belirgin bir ilerleme kaydedilmiştir. Özellikle sellülozdaki bu durum yukarıda bahsedilen olasılığı kuvvetlendirmiştir ki, bu durum karışık kültürü

oluşturan mikroorganizmalardan C. utilis'in oranını daha yükseltmeyi düşündürebilir. Doğaldır ki, bunun doğrulanması için bir seri deneme yapılması gerekir.

Çizelge 4. Sellülozun S. pulverulentum + C. utilis karışık kültürü ile yapılan biyoyıkımı ve protein biyosentezi

Deney Numarası	Substratın Bileşimi	Sellüloz (% K.M.)			Protein (% K.M.)		
		1.gün	7.gün	Fark	1.gün	7.gün	Fark
1	Saman	38.33	35.96	-2.37	2.60	3.48	+0.88
2	Saman + NH ₄ NO ₃ ^a	38.45	35.25	-3.20	6.36	7.62	+1.26
3	Saman + MCE ^b	38.23	34.98	-3.25	6.21	7.56	+1.35
4	Saman + NH ₄ NO ₃ ^a + MCE ^b	38.77	34.10	-4.67	6.37	8.03	+1.66

^a 1'lik çözelti

^b MCE: Malt çimi ekstraktı

Diğer taraftan fermantasyon süresinin mikroorganizma metabolizması üzerindeki rolü büyüktür. Gerçekten de başka araştırmacılar samanın biyoyıkımı ile ilgili çeşitli araştırmalarda 15-30 günlük bir fermantasyon süresini seçmişlerdir (Zadrazil 1982, Kirk 1984, Gök 1985 ve Alidoosti 1986). Biz ise bu süreyi pratik ve ekonomik olma açısından bugüne değin kullanılanlardan daha değişik bir prosesle kısaltabilmeyi denemek için 7 günü tercih etmiştik. Fakat bu

sürenin arzulanan ölçüde yeterli olamayacağı anlaşıldığından 4.4'deki deney düzenlenmiştir.

4.4. Sellülozun S. pulverulentum + C. utilis karışık kültürü tarafından biyoyıkımı ve protein biyosentezi üzerinde fermentasyon süresinin etkisi deneyi

Bu deneyde süre faktörünün samanın biyoyıkımı üzerindeki etkisi incelenmiş ve deney süre dışında 4.3'deki benzer koşullarda hazırlanmıştır. 21 günlük bir biyoyıkım sonunda elde olunan sonuçlar Çizelge 5'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. Sellülozun S. pulverulentum + C. utilis karışık kültürü tarafından biyoyıkımı ve protein biyosentezi üzerine fermentasyon süresinin etkisi

Deney Numarası	Substratın Bileşimi	Sellüloz (% K.M)			Protein (%K.M)		
		1.gün	21.gün	Fark	1.gün	21.gün	Fark
1	Saman	38.52	34.49	-4.03	2.57	4.39	+1.82
2	Saman + NH_4NO_3^a	38.43	32.49	-5.94	6.23	8.97	+2.74
3	Saman + MÇE ^b	38.28	32.26	-6.02	5.34	7.82	+2.48
4	Saman + NH_4NO_3^a + MÇE ^b	38.33	31.52	-6.81	5.83	9.44	+3.61

^a% 1'lik çözelti

MÇE^b: Malt çimi ekstraktı

Çizelge 5'de görüldüğü gibi, fermentasyon süresinin 7 günden 21 güne çıkarılması halinde, Çizelge 5'de verilen ve kontrol olarak alınan samanda bulunan % 38.52 oranındaki selüloz miktarı, Çizelge 5'deki 4 No.lu deneyde % 31.52'ye düşmüştür. Protein sentezlenmesinde ise kontrol samanındaki % 2.57 olan protein miktarı, Çizelge 5'de 4 No.lu deneyde görüldüğü gibi % 9.44'e çıkmıştır.

Literatür bulgularına göre de elde ettiğimiz bu sonuçların, her ne kadar işlemleri büyük farklılıklar göstermekle beraber, birbirleriyle çelişebilen sonuçlar olmadıkları anlaşılmaktadır. Örneğin bileşiminde malt özü bulunan bir besiyeriyle çalışan Gök'ün (1985) ve besiyerine üre ilâvesiyle çalışan Alidoosti'nin (1986) bulguları da protein miktarında genelde bir artma göstermektedir. Luginbühl ve ark. (1981) ise ön işlemden geçirilmiş saman örnekleriyle yaptıkları bir çalışmada yalnız olarak S. pulverulentum kullanıldığı zaman son üründe % 8-10; aynı mikroorganizma C. utilis ile beraber kullanıldığı zaman ise % 20 protein saptamışlardır.

4.5. Buğday samanınının S. pulverulentum ile yapılan fermentasyonuyla elde edilen yemin in vitro sindirilebilirlik deneyi.

Bu deneyde sonuçlarını Çizelge 4'de verdiğimiz deneyden elde olunan son ürünün in vitro sindirilebilirliği incelenmiştir.

Bilindiği gibi selüloz doğa tarafından bitkilerin kuvvetliliği ve sağlamlığı ile görevlendirildiğinden

sıkı bir bünyeye sahiptir. Ayrıca bünyesinin dayanıklılığı için lignin denilen etkili bir yapıştırıcı ile donatılmıştır. Bunlar ve aynı zamanda sellülozun büyük oranda kristal biçiminde bulunuşu nedeniyle bir ön işlem yapılmadan sellülozu bu çalışmada yaptığımız gibi, biyoyıkıma uğratmada yapılması amaçlanan azot içeriğini yükseltmek değil, fakat aynı zamanda onun sindirilebilirlik derecesini de iyileştirmektir. Bu bakımdan bu deneyde sellülozun ön işleme tâbi tutulması işlevini yapan biyoyıkımdan sonra, sindirilebilirlikte değişikliklerin ortaya çıkacağı olasıdır. Çizelge 6'da verilen sonuçlar da bunu doğrulamaktadır.

Çizelge 6. Buğday samanının S. pulverulentum ile fermantasyonuyla elde edilen yemin sindirilebilirliği

Deney Numarası	Substratın Bileşimi	Organik Madde Sindirilebilirliği			Kuru Madde Sindirilebilirliği		
		1.gün	7.gün	Fark	1.gün	7.gün	Fark
1	Saman	24.01	26.89	+2.88	24.48	27.38	+2.90
2	Saman + NH ₄ NO ₃ ^a	24.12	28.39	+4.27	24.41	29.12	+4.71
3	Saman + MÇE ^b	24.09	28.08	+3.99	24.55	29.04	+4.49
4	Saman + NH ₄ NO ₃ ^a + MÇE ^b	24.05	28.45	+4.40	24.67	29.67	+5.00

^a% 1'lik çözelti

MÇE^b: Malt çimi ekstraktı

Çizelge 6'nın incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, buğday samanının organik madde sindirilebilirliği 4 numaralı deneyde en yüksek rakam olan % 28.45'i ancak bulabil-

miştir. Aynı deneyde kuru madde sindirilebilirliği de en yüksek % 29.67 bulunmuştur.

Zadrazil ve Brunnert (1982) S. pulverulentum ile yaptıkları sindirilebilirlik çalışmasında optimum sindirilebilirlik derecesinin % 40-50 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir ki, bu rakam bizim bulgularımız organik ve kuru madde sindirilebilirlikleri olan % 28.45 ve % 29.67'den daha yüksektir. Bu durumun yöntem ve laboratuvar farklılıklarından ileri geldiği, bu konu üzerinde hazırlanmış bir raporda da belirtilmiştir (Anonymous 1984/1985).

4.6. Buğday samanının S. pulverulentum + C. utilis karışık kültürü kullanılarak 7 gün süreyle yapılan fermantasyonuyla elde edilen yemin in vitro sindirilebilirlik deneyi.

Bu deneyde Çizelge 4'de verilen deneye ait sindirilebilirlik ele alınmış ve sonuçlar Çizelge 7'de gösterilmiştir.

Çizelge 7. Buğday samanının S. pulverulentum + C. utilis karışık kültürü kullanılarak 7 gün süreyle yapılan fermentasyonuyla elde edilen yemin in vitro sindirilebilirliği.

Deney Numarası	Substratın Bileşimi	Organik Madde Sindirilebilirliği(%)			Kuru Madde Sindirilebilirliği(%)		
		1.gün	7.gün	Fark	1.gün	7.gün	Fark
1	Saman	23.71	26.77	+3.06	24.10	27.25	+3.15
2	Saman + NH ₄ NO ₃ ^a	24.13	28.34	+4.21	25.77	30.5	+4.73
3	Saman + MÇE ^b	24.23	28.33	+4.1	25.81	30.5	+4.69
4	Saman + NH ₄ NO ₃ + MÇE ^b	24.09	28.67	+4.58	25.17	30.20	+5.03

^a% 1'lik çözelti

MÇE^b: Malt çimi ekstraktı

Çizelge 7'de görüldüğü gibi, bu deneyin sonuçları ile Çizelge 6'da gösterilmiş sonuçlar arasında yakın bir benzerlik hemen göze çarpmaktadır. Ayrıca 3 No'lu deneylerde değerlerin NH₄NO₃ ilâvelerine göre (2 ve 4 No'lu deneyler) geride kalması bu deneyde de kendini gösterdiği gözlenmiştir.

47. Buğday samanını S. pulverulentum + C. utilis karışık Kültürü kullanılarak 21 gün süreyle yapılan fermentasyonuyla elde edilen yemin in vitro sindirilebilirlik deneyi.

Bu deney fermentasyon süresi dışında 4.6'daki deney desenine göre hazırlanmış ve elde olunan sonuçlar Çizelge 8'de gösterilmiştir.

Çizelge 8. Buğday samanının S. pulverulentum + C. utilis karışık kültürü kullanılarak 21 gün süreyle yapılan fermentasyonuyla elde edilen yemin in vitro sindirilebilirliği.

Deney Numarası	Substratın Bileşimi	Organik Madde Sindirilebilirliği (%)			Kuru Madde Sindirilebilirliği (%)		
		1.gün	21.gün	Fark	1.gün	21.gün	Fark
1	Saman	24.29	29.54	+5.25	24.18	30.25	+6.07
2	Saman + NH ₄ NO ₃ ^a	24.19	33.13	+8.94	24.98	34.51	+9.53
3	Saman + MÇE ^b	24.12	32.65	+8.53	25.11	33.98	+8.87
4	Saman + NH ₄ NO ₃ + MÇE ^b	24.07	33.65	+9.58	25.05	34.82	+9.77

^a% 1'lik çözelti

MÇE^b: Malt çimi ekstraktı

Çizelge 7 ile mukayesesi yapıldığı zaman, Çizelge 8' de görüldüğü gibi, fermentasyonunun 21 güne çıkarılması ile Çizelge 8'de verilen ve kontrol olarak alınan samanın % 24.29 oranındaki organik madde sindirilebilirliği Çizelge 8'deki 4 No'lu deneyde % 33.65'e, kuru madde sindirilebilirliği ise % 24.18 den % 34.82'ye yükselmiştir.

Literatür bulguları ile bu deney sonuçları karşılaştırılacak olursa, Zadrazil ve Brunnert'in (1982) belirttikleri % 40-50 sindirilebilirliğe bu kez de ulaşılammış olmakla birlikte, bu deneyin sonuçlarının adı geçen çalışmadaki değerlere daha çok yaklaştıkları görülür. Ayrıca 4.5'de belirtildiği gibi, değişik yöntem ve laboratuvar koşullarının sonuçları ortalamadan çok fazla saptırabileceği gerçeği unutulmamalıdır.

Alidoosti (1986) ise buğday samanını kullanarak yaptığı çalışmasında in vitro sindirilebilirlik üzerinde durmuş ve bunun biyoyıkımdan önce % 11.44, biyoyıkımdan sonra ise % 21.75 olduğunu bulmuştur. Bu sonuçlar ise bizim bulgularımıza göre çok düşük bulunmuştur. Bunun nedeni fermentasyon koşullarında aramak gerekmektedir. Örneğin adı geçen araştırmacı 30°C'de, 20 gün süreyle, statik kültürasyon tekniğiyle 1 g 500 µm partikül büyüklüğünde bir inokulum kullanarak çalışmıştır.

4.5; 4.6 ve 4.7'de açıklanan deneylerden elde olunan sonuçların ışığı altında samanın kaleviyle muamelesi yoluyla sindirilebilirliğinin artırılması ele alındığı zaman, biyoyıkım yoluyla sindirilebilirliğin artırılması yönteminin bu yöneme bir alternatif olup olamayacağı bir tartışma konusu olabilir. Bu bakımdan kaleviyle muamele yöntemiyle elde olunan sonuçlara göre çeltik samanının sindirilebilirliği Han'a (1975) göre NaOH uygulamasında % 73.2

(± 0.27), NH_4OH uygulamasında ise % 57.4 (± 0.41) bulunmuştur Dunalp ve Chang (1968) NaOH kullanarak yaptıkları araştırmada ise kaleviyle muamele edilmemiş buğday samanının % 40 olan sindirilebilirliği muamele edildikten sonra % 50'ye çıkmıştır. Amor'un (1981) buğday samanının sindirilebilirliği üzerinde yaptığı araştırmada da muamele görmemiş koyun için % 27.4 ve domuz için % 23.8 olan sindirilebilirliğin muamele gördükten sonra sırasıyla % 46 ve % 44'e yükseldiği saptanmıştır. Gök (1985) yaptığı rumen sindirimi araştırmasında arpa samanı kullanmış ve % 1'lik NaOH ile muamele edilmişde % 60.35 (∓ 3.25) sindirilebilirlik bulmuştur.

Sonuç olarak bizimki de dahil çeşitli araştırmacıların bulguları arasındaki farkların yüksekliği biyoyıkım/fermantasyon yönteminin kimyasal yöntem yerine bir seçenek olabileceği hakkında hüküm vermeyi zorlaştırmaktadır. Ancak, bu mümkün olsaydı dahi, konuyu yalnız sindirilebilirlik açısından değil, aynı zamanda protein, hatta vitamin sentezlenmeleri ve yöntemlerin çevreyi kirletme durumları da dahil çok yönlü olarak ve iki ayrı yöntemi her yönüyle birbiriyle karşılaştırma olanağı verecek ayrı bir deneyde ele almak gerektiğini burada belirtebiliriz. Böyle bir yaklaşımladır ki, biyoyıkım/fermantasyon yönteminin bir seçenek olma şansı gerçek anlamıyla anlaşılacaktır ve kuvvetle olasıdır ki, o zaman biyoyıkım yönteminin belirtilen şansı yüksek bulunacaktır.

KAYNAKLAR

- AKMAN, M., 1980. Tek hücreli protein, I. Genel Bilgi THP'-nin üstünlükleri, alg., mantar ve mayaların bu amaçla kullanılışı, Mikrobiyol. Bült. 14: 141 p.
- AKYILDIZ, R., 1967. Türkiye Yem Maddeleri: Ham besinmaddeleri, hazmolma dereceleri, hazmolabilir besinmaddeleri ve nişasta değerleri. A.Ü.Ziraat Fakültesi Yayınları: 293
- AKYILDIZ, R., 1968. Yemler Bilgisi Laboratuvar Klavuzu. A.Ü. Ziraat Fakültesi yayınları: 358, Uygulama Klavuzu: 122
- ALİDOOSTİ, M., 1986. Bazı Tarımsal Artıkların Lignolitik Funguslarca Biyokitleye Dönüştürülmesi. H.Ü. Fen Bil. Ens. Biyoloji Anabilim dalı için öngördüğü bilim uzmanlığı tezi
- AMOR, C., 1981. Amelioration de la Valeur Nutritive des Sous-produits Agro-Industriels. Institut National Agronomique PARIS - GRIGNON. Departement des Sciences Animales için öngörülen tez.
- ANDER, P. ve ERİKSSON, K-E., 1976. The Importance of Phenoloxidase Activity in Lignin Degradation by the White-rot fungus Sporotrichum pulverulentum Arch. Microbiol. 109, I-8
- ANONYMOUS., 1984/85. Report of the chain analysis, ICAMS WORK GROUP: Nutritive Value of Feedingstuffs and

by-products of the Mediterranean area, Instituto Agronomico Mediterraneo de Zaragoza

- AUFRERE, J., 1982. Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique, Ann. Zootech. 31 (2), III-130
- BIRCHEUSTAEDT, J.W., FAUST, U. ve SAMBETH. W., 1977. Production of single cell Protein from n-parafin. Processes and Products. Processes Biochem. 12:9 P
- DUNALP, C.E ve CHANG, C.L., 1968. Treatment Processes to Increase Cellulose Microbial Digestibility, Energy, Renewable and New Woods. AICHE Symposium Series No: 158 Vol. 72
- ERIKSSON, K.E., 1978. Enzyme Mechanisms Involved in Cellulose Hydrolysis by the Rot Fungus Sporotrichum pulverulentum. Biotcehnol. Bioeng. Vol. XX. 317-332 p
- ERIKSSON, K.E ve WALLANDER, L., 1981. Biomechanical pulping: Lignin biodegradation, chemistry and potential application, T.K. Kirk, T. Higuchi and H. Chang (Ed), CRC Press. Inc. Boca Raton, Florida, II, 14, 214-224.
- FAO, 1980. Production year book, 1979, 22 United Nations, Rome.
- FORNEY, J.J ve REDY, C.A., 1979. Bacterial degradation of kraft lignin: Develop. In Ins. Microbiol., 20.163-175
- GOLDSTEIN, I.S., 1976. Chemicals from lignocellulose: Biotechnol. and Bioeng. Symp. 6.293-301

- GÖK, A.S., 1985. Arpa ve buğday samanının sindirimini artırılması üzerine araştırmalar: H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji anabilim dalı için öngördüğü doktora tezi
- HAN, Y.W., 1975. Microbial Fermentation of Rice Straw: Nutritive composition and in vitro digestibility of the fermentation product. Applied Microbiology Apr p: 510-514
- HAN, G.A., GRANT, A.W., ANDERSON, A.W. ve YU P.L., 1976. Fermented Straw for animal feed: Feedstuffs, 48, 17, 17-20
- KIRK, T.K., 1981. Physiology of lignin metabolism white-rot fungi: Lignin biodegradation, microbiology, chemistry and potential application. T.K. Kirk, T. Higouchi, H. Chang (Eds.), CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, II. 4, 52-62
- KIRK, T.K. 1984. Degradation of lignin: Microbial degradation of organic compounds. D.T. Gibson (Ed.), Microbiology series, 13, New York. Marcel Decker, Inc., 14, 399-437
- LUGINBUHL, M., HALTMEIER, T.H, FIECHTER, A., 1981. Solid Culture Using Alkali Trated Straw and Cellulolytic Fungi. Proceedings, Commission of the European Communities, OECO/Cost Workshop, Braunschweig, West Germany,

- MCCARTY, A-J., MACDONALD, M.J., PATERSON. A. ve BRODA, P., 1984. Degradation of (14 C) Lignin-Labelled Wheat Ligno-Cellulose by White-Rot Fungi. J.General Mic. 130, 1023-1030
- PAMİR, M.H., 1978. Teknik ve Endüstriyel Mikrobiyoloji: A.Ü Ziraat fakültesi Yayınları: 681 Yardımcı Ders Kitabı: 203
- PAMİR, M.H., 1981. Tarımsal kaynaklı sellüloz içeren artıkların biyolojik parçalanma yoluyla değerlendirilmesi ve bu bakımdan memleketimizin olanakları: Biyoteknoloji ve Biyomühendislik. H.Ü yayınları (Ed) Arif Çağlar 1985
- SENEZ, J.C., 1982. New feeds and foods by advanced biotechnologies: Journal of KÜKEM 5,1,23-27
- STEPHENS, G.R., ve HEICHEL. G.H., 1975. Agricultural and forest products as sources of cellulose Biotechnol. and Bioeng. Symp. No: 5,27-42
- THAUER, R.K., JUNGERMANN, K. ve DECKER, K. 1977. Energy conservation in chemotrophic anaerobic bacteria: Bacteriol. Rews. 41, 100-180
- TÜRKİYE İSTATİSTİK YILLIĞI., 1983. Tahıl ekiliş, üretim ve verimi. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara, 1040, 10, 213-236
- VAN SOEST, P.J, 1977. Plant fiber and its role herbivore nutritions: The Cornell Veterinarion, 67, 3, 307-326

YAZICIOĞLU, T. ve DURGUN T., 1976. Malt ve Bira Teknolojisi Uygulama Klavuzu- Analiz Metodları. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 574

ZADRAZİL, F. ve BRUNNERT, H., 1982. Solid State Fermentation of Lignocellulose Contains Plant Residues With Sporotrichum pulverulentum Nov. and Dichomitus squalens (Karst) Reid. European J Appl. Microbiol. and Biotechnol. 16: 45-51

Y. S.
Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi