

T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI



MEGEP

(MESLEKÎ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

GIDA TEKNOLOJİSİ

PROTEİNLERİN ÖZELLİKLERİ

ANKARA, 2006

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılan değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ – 1.....	3
1. PROTEİNLER	3
1.1. Aminoasitler	4
1.1.1. Aminoasitlerin Yapısı	6
1.1.2. Aminoasitlerin Sınıflandırılması.....	8
1.1.3. Aminoasitlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	9
UYGULAMA FAALİYETİ.....	11
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	12
ÖĞRENME FAALİYET – 2.....	15
2. Proteinlerin Yapısı ve Özellikleri.....	15
2.1. Proteinlerin Yapısı	15
2.1.1. Primer Yapı (Birincil Yapı)	16
2.1.2. Sekonder Yapı(İkincil Yapı).....	16
2.1.3. Tersiyer Yapı (Üçüncül yapı)	18
2.1.4. Kuarterner Yapı (Dördüncül Yapı)	18
2.2. Proteinlerin Sınıflandırılması.....	19
2.2.1. Yapısına Göre Proteinler	20
2.2.2. Kimyasal Kompozisyonlarına Göre Proteinler	20
2.2.2.2. Bileşik Proteinler (Konjuge Proteinler, Proteidler, Heteroproteinler).....	22
2.2.3. İşlevsel Özelliklerine Göre Proteinler	24
2.3. Proteinlerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	24
2.3.1. Proteinlerin Molekül Ağırlıkları	24
2.3.1. Proteinlerin İyonlaşma Özelliği	24
2.3.3. Proteinlerin Çözünürlük Özelliği	25
2.3.5. Protein Denatürasyonu ve Koagülasyonu.....	26
2.4. Proteinlerin İşlevsel Özellikleri	27
2.4.1. Hidrasyon özellikleri	28
2.4.2. Çözünme Özelliği	28
2.4.3. Viskozite Özelliği	29
2.4.4. Jelleşme Özelliği.....	29
2.4.5. Yapı (Tekstür) Oluşturma Özelliği	29
2.4.6. Ara Yüzey Özelliği	30
2.4.7. Hamur Oluşturma Özelliği	30
2.4.8. Emulsifiyan Özelliği	30
2.4.9. Köpürme Özelliği.....	30
2.4.10. Tat - Koku Bağlama Özelliği.....	31
2.5. Proteinlerin Kalitesi ve Sindirilebilirliği	31
2.6. Proteinlerin Vücuttaki Görevleri.....	32
2.7. Yiyecek Hazırlama ve Pişirmede Proteinlerin Fonksiyonları.....	33
2.8. Bazı Yiyeceklerde Protein Kaybına Neden Olan Pişirme İşlemleri.....	34
UYGULAMA FAALİYETİ.....	35
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	36
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	37

MODÜL DEĞERLENDİRME.....	38
CEVAP ANAHTARLARI	39
KAYNAKÇA	40

AÇIKLAMALAR

KOD	541GI0008
ALAN	Gıda Teknolojisi
DAL/MESLEK	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Proteinlerin Özellikleri
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül proteinlerin ve aminoasitlerin yapısının, sınıflandırılmasının, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin verildiği, proteinlerin ve aminoasitlerin varlığını belirleme bilgi ve becerisinin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40 / 32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Örnek uygulamalarla proteinlerin özelliklerini incelemek.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile gerekli bilgileri alıp, uygun araç gereç ve ekipmanlar sağlandığında bilimsel yöntemlere uygun olarak proteinlerin özelliklerini inceleyebileceksiniz. Amaçlar 1. Aminoasitlerin özelliklerini inceleyebileceksiniz. 2. Proteinlerin özelliklerini inceleyebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Beher glas (50 ml),pipet, saf su, örnek (aminoasit), bunzen beki, duyarlı terazi, baget, tel kafes, ninhidrinin ve üç ayak araç, deney tüpü, yumurta, bakır sülfat, sodyun hidroksit
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan her öğrenme faaliyetlerinden sonra size verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Modül sonunda hazırlanacak ölçme aracıyla kazandığınız bilgi ve beceriler değerlendirilecektir.



GİRİŞ

Sevgili öğrenci,

İnsan, hayvan ve bitki hücrelerinin esas yapısı proteinlerdir. Büyüme, hücrelerin çoğalması demek olduğuna göre proteinler öncelikle büyüme için gereklidir. Vücudun bütün hücrelerinin büyük bir bölümü proteinlerden yapılmıştır ve bu hücreler sürekli olarak değişip yenilenmektedir. Proteinlerin enerji için kullanılması istenmez kendi görevlerini yapmaları istenir. Eğer vücut proteini yeterli alamazsa, yıkılan hücreler yenilenemez, yapım onarımları yapılamaz, büyüme gerçekleşmez.

Gıdalarla alınan proteinler vücudumuzun hücrelerini oluşturan yapı malzemeleridir. Vücudun gereksinmesi olan aminoasitleri gıdalardaki bu büyük dev moleküllerden temin ederiz.

Gıdaları oluşturan ve canlıda çeşitli biyolojik görevleri olan proteinler, dış etmenlerden kolayca etkilenerek, bilinen özelliklerini değiştirebilirler. Bu nedenle onların özelliklerini bilmek, onlardan daha fazla ve etkin yararlanabilmemizi kolaylaştıracaktır.

Bu modül ile gıdalarda bulunan ve canlılar için çok önemli olan proteinleri özellikleri ile birlikte tanıyacaksınız ve gıda sektöründe proteinlerin fonksiyonlarını belirleyebileceksiniz.



ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu faaliyette size verilen bilgi ve beceriler doğrultusunda uygun ortam sağlandığında proteinlerin oluşmasını, aminoasitleri belirleyip yapısını, sınıflandırmasını, fiziksel ve kimyasal özelliklerini bilimsel kurallar doğrultusunda açıklayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Gıdaların yapısında bulunan önemli aminoasitlerin varlığını belirleme yöntemlerini araştırınız. Raporlarınızı arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. PROTEİNLER

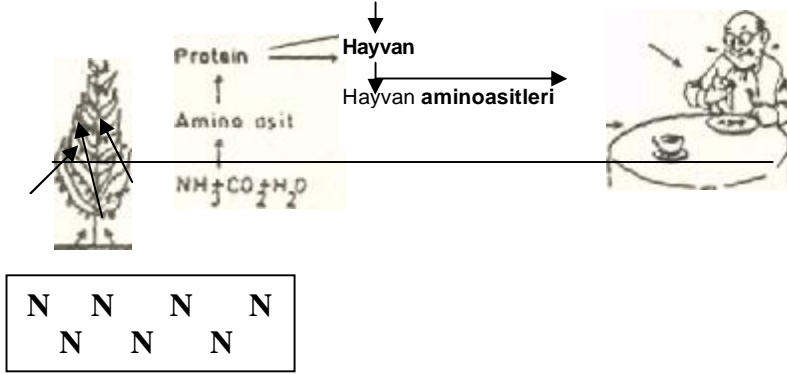
Proteinler büyük moleküllü maddelerdir, molekül ağırlıkları birkaç bin ile milyonlar arasında değişir .

Protein kelimesi eski Yunanca'da 'ilk önce gelen', 'birinci sıradan' anlamındaki proteois kelimesinden kaynaklanmıştır. Latincedeki karşılığı 'yaşayan varlıklar için elzem azotlu öge' dir.

Proteinler temelde % 50-55 karbon, % 6-7 hidrojen, % 20-23 oksijen, % 12-19 azot ve %0.2-3.0 kükürt içeren ve yalnızca ribozomlarda sentezlenen bileşiklerdir. Bazı proteinlerde bunlardan başka P, Fe, Zn, Cu gibi elementler de bulunabilmektedir. Değişik proteinler, değişik sayı ve çeşitte aminoasit içerirler . Yapıyı oluşturan aminoasitler birbirlerine peptid bağlarıyla bağlandıklarından polipeptid yapısına sahiptir. Proteinler bir tek polipeptidden meydana geldikleri gibi birkaç polipeptidin bir araya gelmesiyle de oluşabilir. Her bir polipeptid zinciri ya da genel olarak protein, belli bir aminoasit sayısına, dizgilenmesine, belirli bir molekül ağırlığına, kimyasal içeriğe ve üç boyutlu bir yapıya sahiptir. Bazı proteinler aminoasitlerin yanı sıra karbonhidrat, lipid, mineral madde ve renk maddeleri (pigmentler) gibi diğer yapıtaşlarını da içerir.

Her canlı kendine özgü proteinler taşımaktadır. Bu bakımdan bir canlıdaki protein o canlı için tekdir. Proteinlerin karbonhidrat ve lipidlerden ayrıcalıkları bu özellikten kaynaklanmaktadır. Örneğin; çok karmaşık bir yapıya sahip olsa da bütün canlılardaki karbonhidratların ve lipidlerin yapısı aynıdır.

Bitkiler kendi proteinlerini kök ve yapraklardan emilen inorganik kaynaklardan (CO₂, su ve azot) sentezleme yeteneğine sahiptir. Bitkiler bu sentez olayında inorganik azot kaynaklarını kullanabildikleri halde, insan ve diğer yüksek hayvanlar kendi vücut proteinlerinin sentezini gerçekleştirebilmek için gerekli azot kaynağını diyetdeki bitkisel ve hayvansal proteinlerden sağlamak zorundadırlar (Şekil.1.1). Diğer taraftan havanın serbest azotunu yalnızca belirli bazı mikroorganizmalar tespit etme yeteneğine sahiptir.



Toprak

Şekil 1.1: Bitki ve hayvanda proteininin oluşumu

Sonuç olarak, insan gereksinim duyduğu proteini bitkisel ve hayvansal gıdalardan sağlamakta ve bu kaynakların tüketimiyle insan vücuduna diğer proteinler, sindirim sonucu aminoasitlere kadar indirgenmektedir (Şekil 1.1). İnsan vücudu, bu aminoasitleri genlerin (DNA –Deoksiribo nükleik asit) denetiminde, belirli bir diziliş sırasında birleştirerek kendine özgü proteinlerini elde ederek kullanmaktadır.

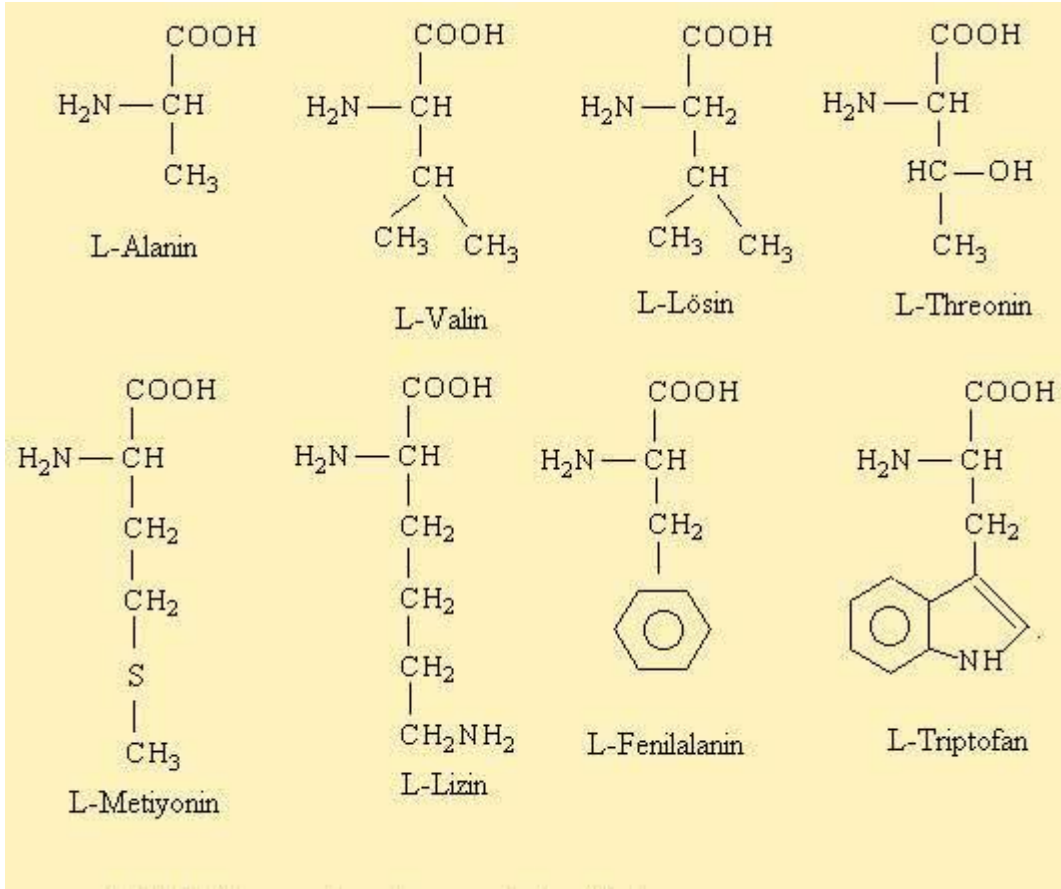
1.1. Aminoasitler

Proteinlerin temel yapı taşı aminoasitlerdir. Bugüne kadar belirlenmiş 20 aminoasit bulunmaktadır. Aminoasitler dallanmış yapıda hidrokarbon zincirleridir. Aminoasitler birbirlerine peptid bağlarıyla bağlanarak peptidleri oluşturur. Peptidler ise proteinleri meydana getirir.

Proteinler kaynaklarına göre farklı aminoasitleri farklı miktarlarda içerirler. İnsan vücudunda yaklaşık 20 farklı aminoasit bulunmaktadır (Tablo 1. 1) veyetışkinlerde 8 çocuklarda 10 tanesi dışında organizma bunların hepsini sentezleyebilir (Şekil.1.2). Sentezlenemeyen 8 aminoasite elzem aminoasitler denir ve mutlaka gıdalarla dışardan alınarak karşılanmalıdır . Bu aminoasitler lizin, alanin, valin, lösin, izölösin, metionin, threonin, triptofan ve fenilalanin'dir.Çocuklarda bunlara ek olarak arjinin ve histidinni'de sayabiliriz.

Tablo 1.1: Aminoasitler

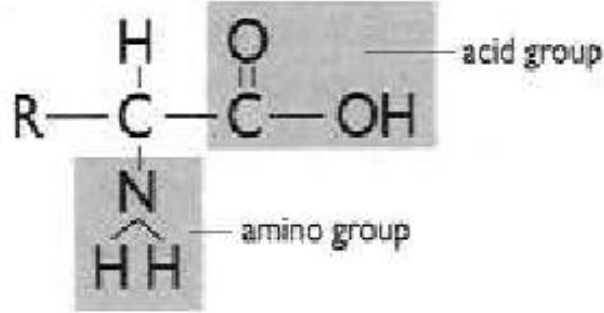
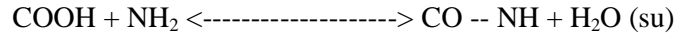
No :	Amino asit	Kimyasal formülü	M.A. (gr/mol)	İzoelektrik nok.	Sembolü
1-)	Alanin	C3-H7-N-O2	89	6,0	Ala
2-)	Arjinin	C6-H14-N4-O2	174	11,15	Arg
3-)	Asparagin	C4-H8-N2-O	132	5,41	Asn
4-)	Aspartik asit	C4-H7-N-O4	133	2,77	Asp
5-)	Fenil alanin	C9-H9-N-O2	~ 165	5,48	Phe
6-)	Glutamin	C5-H10-N2-O3	146	5,65	Gln
7-)	Glutamik asit	C5-H9-N-O4	147	3,22	Glu
8-)	Glisin	C2-H5-N-O2	75	5,97	Gly
9-)	Histidin	C6-H8-N3-O2	144	7,47	His
10-)	İzolösin	C6-H13-N-O2	131	5,94	İle
11-)	Lösin	C6-H13-N-O2	131	5,98	Leu
12-)	Lizin	C6-H14-N2-O2	146	9,59	Lys
13-)	Metionin	C5-H11-N-O2-S	149	5,74	Met
14-)	Prolin	C5-H9-N-O2	115	6,3	Pro
15-)	Serin	C3-H7-N-O2	105	5,68	Ser
16-)	Sistein	C3-H7-N-O2-S	121	5,02	Cys
17-)	Treonin	C4-H9-N-O3	119	5,64	Thr
18-)	Triptofan	C11-H8-N2-O2	~ 204	5,89	Trp
19-)	Tirozin	C9-H7-N-O3	~ 181	5,66	Tyr
20-)	Valin	C5-H11-N-O2	117	5,96	Val



Şekil 1.2: Elzem aminoasitler ve açık formülleri

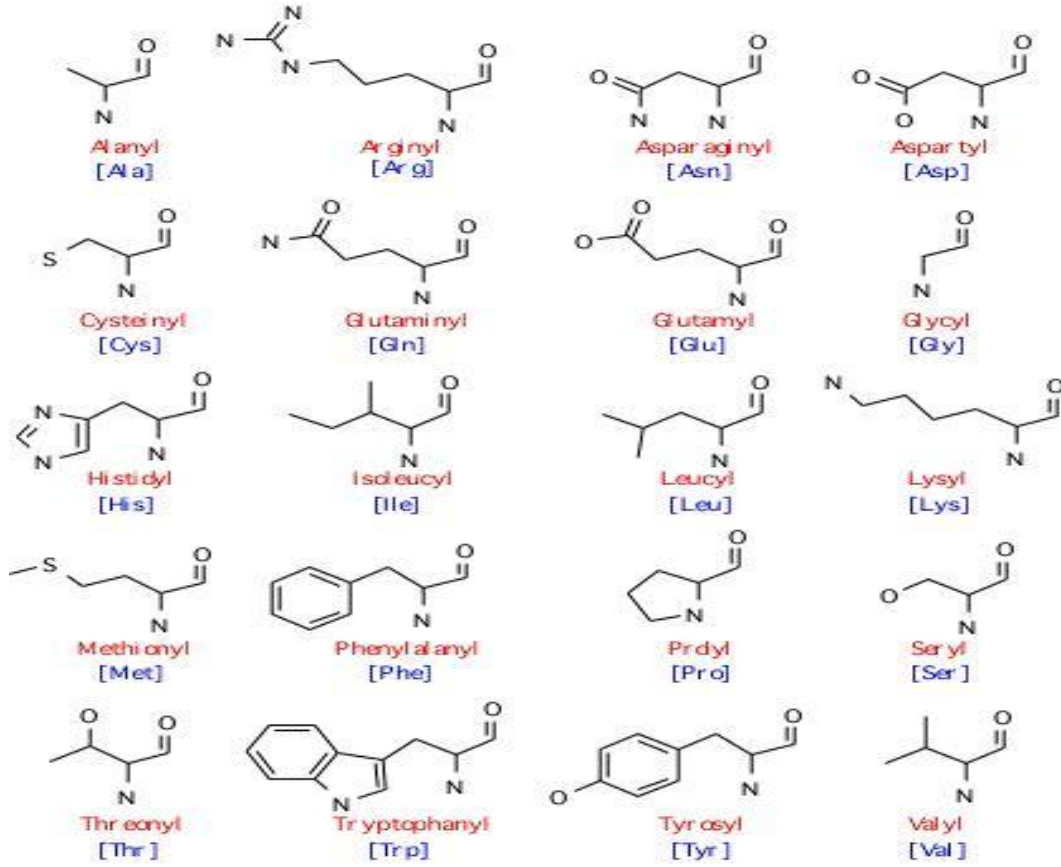
1.1.1. Aminoasitlerin Yapısı

Aminoasit molekülleri, bir ucunda "amino grubu (NH₂)" diğer ucunda ise "karboksil (COOH)" grubu taşırlar. Aminoasitlerin yan yana gelip zincirler oluşturarak proteinleri sentezlemesi, bu iki grubun aralarında kovalent veya iyonik bağ yapmasıyla gerçekleşir. İki aminoasit yan yana geldiğinde COOH ve NH₂ grupları arasında bağlanma meydana gelir ve bu bağa "**peptid bağı**" adı verilir. Bağlanma sırasında ise bir su molekülü sebest kalır. İki aminoasidin yalnızca uç kısımlarını yani karboksil ve amino gruplarının bağlanması şu şekilde olur;



Denklemden COOH birinci aminoasidin bir ucu, NH₂ ise ikinci aminoasidin diğeri ucunu temsil etmektedir. Bu uçlar yan yana geldiklerinde COOH grubundan bir oksijen ve NH₂ grubundan bir hidrojen serbest kalır. Böylelikle serbest kalan bu atomlar aralarında bağ yaparak suyu oluşturur. İki aminoasidin yan yana gelmesiyle oluşan peptid bağına "**dipeptid**", üç veya daha fazla (yüzlerce ya da binlerce) aminoasidin yan yana gelmesiyle oluşan zincirdeki peptid bağlarına ise "**polipeptid**" adı verilir. Proteinler düz aminoasit zincirlerinden meydana gelmesine rağmen oldukça karmaşık yapılara sahiptir. Bunun nedeni ise zincirdeki bazı aminoasitlerin birbirleriyle ikinci veya üçüncü bir bağ yapmasındandır.

Aminoasitlerin net yük, çözünürlük, kimyasal reaktivite, hidrojen bağlama gücü gibi bazı fizikokimyasal özellikleri R grubunun (çeşitli aminoasitleri meydana getiren değişken grup) kimyasal doğasına bağlıdır. Genellikle proteinlerde büyüklük, şekil, yük, hidrojen bağlama yeteneği ve kimyasal etkileşimde farklı 20 çeşit yan zincir (R grubu) bulunur (Şekil 1.3). Proteinler aracılığı ile yürütülen işlevlerin çok olması genelde bu 20 yapı taşının yani aminoasidin farklı sayıda ve düzende sırlanmasındandır.



Şekil 1.3: Aminoasitler

1.1.2. Aminoasitlerin Sınıflandırılması

Alkil kökünün (R), düz zincir (alifatik) veya halkalı (aromatik) yapıda oluşuna göre aşağıdaki gibi 2 sınıfta incelenirler.

- Ø Düz zincirli (alifatik) amin asitler: Alkil kökü düz veya dallanmış karbon zincirinden meydana gelmiştir. Bunlar; glisin (en basit aminoasit), alanin, valin, lösin, izolösin, aspartik asit, glutamik asit, lizin, hidroksilizin, serin, treonin, sistein ve sistin, mitionin, arginindir.
- Ø Halkalı (aromatik) aminoasitler: Karbon atomları halka oluşturacak biçimde bağ yapmıştır. Bunlar; fenilalanin, tirozin, pirolin, hidroksipirolin, histidin, triptofandır.

Yine aminoasitler organizmada sentez edilip edilmediğine göre de 2'ye ayrılır.

- Ø Dışardan alınan (ekzojen) aminoasitler: Elzem veya esansiyel amino asitler de denir. Vücudumuzda sentezi yapılamaz. Besin maddelerinde yeter miktarda vardır. Organizmadaki azot dengesinin devamı için bu aminoasitlerin besinlerle dışarıdan alınması şarttır. Elzem aminoasitlerin adlarının bir önceki konuda belirtildiğini hatırlayınız.

1.1.3. Aminoasitlerin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Ø İyonik özellikler (Dissosiyasyon, izoelektrik nokta)

Aminoasitlerinin yapısında bulunan amino (-NH₂) ve karboksil (-COOH) grupları sulu çözeltilerinin asidik, bazik ya da amfoter karakter (bileşiğin hem asit hem de baz özelliği taşınması yani asidik ortamda baz, bazik ortamda asit gibi davranması) kazanmalarına neden olur. Çözeltinin amfoter özellik gösterdiği pH'ya izoelektrik nokta denir ve her aminoasit için spesifik bir değerdir. Bu özelliğinden dolayı elektroforez denilen aletle kolayca birbirinden ayrılırlar ve miktarları da belirlenebilir.

Ø Çözünürlük

Aminoasitler tuz benzeri yapıları nedeniyle kararlı, kristal yapıdadır ve genellikle suda çözünürler. Polar karakterleri nedeniyle alkollerdeki çözünürlükleri güç olup diğer organik çözücülerde de (eter vb) çözünmemektedirler. Etil alkoldeki çözünürlük derecesi aminoasit çeşidine bağlı olarak değişmektedir. Aminoasitlerin alkoldeki çözünürlüğünün düşük olması, aminoasitlerin polar karakterlerinden kaynaklanmaktadır.

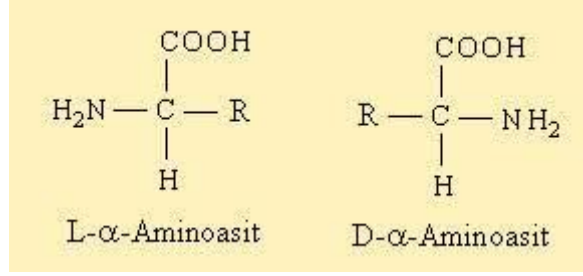
Ortama asit ya da baz ilavesi ortamda tuz oluşumu sağlayarak çözünürlüğü artırmaktadır. Diğer aminoasitlerin ortamda bulunuşu da çözünürlüğü teşvik eder.

Ø UV absorpsiyonu

Aminoasitlerin maksimum UV absorpsiyonunu ve floresans özelliğini farklı dalga boylarında gösterir. Proteinlerdeki yapısal değişimler, bu aminoasitler üzerinden gözlenen absorpsiyon ve floresans değişimleri takip edilerek belirlenebilmektedir.

Ø Optik aktivite

Glisin dışındaki tüm aminoasitlerin karbon atomu asimetriktir, yani dört farklı grup bağlanmıştır. Bu da optikçe aktif olmalarına neden olur. Bunlar polarize ışığın yönünü değiştirme yeteneğinde olan maddelerdir. Yön değiştirme sola veya sağa olabilir. Doğal aminoasitler L formunda bulunur ve D-aminoasitler atipik aminoasitlerdir (Şekil 1.4). Bazı bakterilerin hücre duvarları ile antibiyotiklerin yapısında bulunurlar. Polarize ışığı sağa çevirenler “+, dekstrorotary”, sola çevirenler “-, levorotary” olarak bilinirler. Doğal aminoasitlerin çoğu polarize ışığı sağa çevirir. D- amino asitlerin çoğunluğu ise vücut tarafından kullanılamaz. Bu nedenle de bunlara doğal olmayan aminoasitler de denir.



Şekil 1.4: Aminoasitlerde izomeri

Ø Aminoasitlerin renk reaksiyonları

Aminoasitler ve yapılarında aminoasit bulunan proteinler kimyasal maddelerle renkli reaksiyonlar verir. Bu reaksiyonlardan yararlanarak aminoasitlerin ve proteinlerin kantitatif tayinleri yapılır.

Ninhidrin aminoasitlerin tanınmasında kullanılan önemli bir maddedir. Aminoasitlerin ninhidrin ile kaynatılması ile mavi-menekşe renk oluşur. Bu durum çalışılan örnekte aminoasitin varlığını kanıtlar.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aminoasitlerin Ninhidrinle Tepkimesinin İncelenmesi

Beher glas (50 ml), saf su, örnek (aminoasit), bunzen beki, duyarlı terazi, baget, tel kafes, ninhidrinin ve üçayak

İşlem Basamakları	Öneriler
Çalışılacak örneği belirleyiniz.	Araç gereçlerin ve analiz ortamının steril olmasına dikkat ediniz.
Ninhidrinin saf sudaki %1'lik çözeltisini hazırlayınız.	Çözeltiyi dikkatli hazırlayınız.
50 ml'lik beher alınız. İçerisine 20 ml saf su koyunuz.	Ölçümlerde hassas olunuz ve saf aktarımını dikkatli yapınız.
Örnekten { aminoasit) 18-20 g tartarak saf su bulunan behere ilave ediniz.	Karıştırmayı itina ile yapınız.
Karışıma ninhidrinin sudaki %1'lik çözeltisinden yavaş yavaş 5 ml katınız.	Aktarıma dikkat ediniz.
Birkaç dakika kaynatınız.	Süreye uyunuz ve kaynatma süresi ve şekline dikkat ediniz.
Oluşacak renk değişimini gözleyiniz ve rapor haline getiriniz.	Gözleminiz sonucu oluşan değişikliği nedenleri ile birlikte bir deftere kaydediniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ

Uygulama faaliyetlerinde yaptığımız çalışmayı kendiniz ya da arkadaşınızla değişerek değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Araç gereçleri, analiz ortamını ve çözeltiyi hazırladınız mı?		
Ninhidrinin saf sudaki %1'lik çözeltisini neden hazırladığınızı açıklayabiliyor musunuz?		
Kaynatmadaki amacın ne olduğunu açıklayabiliyor musunuz?		
Renk değişikliğini gözlemleyerek oluşan bu renk değişikliğinin nedenini açıklayabiliyor musunuz?		
İşi size verilen zamanda tamamladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. ÖLÇME SORULARI

Aşağıda verilen sorulardaki boş bırakılan noktalı yerlere uygun olanı yerleştiriniz.

1. Proteinlerin temel yapı taşıdir.
A)Hormonlar B)Laktikasitler
C)Nükleikasitler D) Aminoasitler
E)Tartarikasit
2. Aminoasit molekülleri, bir ucunda diğer ucunda ise grubu taşır.
A) Amino grubu- karboksil B) Amino grubu- Oksijen
C)Karboksil-Hidrojen D)Aminoasit-Dipeptid
E)Oksijen-Hidrojen
3. dışındaki tüm aminoasitlerin karbon atomu asimetriktir.
A) İzolösin B) Glisin
C) lisin D) Alanin
E) Valin
4. Aşağıdalilerde hangisi elzem aminoasit değildir?
A) Valin B) Lösin
C) Triptofan D) Lizin
E) Glisin
5. Aminoasitlerin alkoldeki çözünürlüğünün düşük olması, aminoasitlerin hangi karakterlerinden kaynaklanmaktadır?
A) Apolar B) Polar
C) Bipolar D) Çapraz disülfid bağları
E) Hidrofilik

Aşağıdaki soruları doğru (D) veya yanlış (Y) olarak değerlendiriniz.

- () 6. Protein sentezi açısından bir bireyin gereksinim duyduğu aminoasitler 5 grupta incelenir.
- () 7. Doğal aminoasitlerin çoğu polarize ışığı sağa ve sola çevirir.
- () 8. Bitkiler kök ve yapraklarıyla sağladıkları inorganik bileşiklerden kendilerine özgü proteinleri sentezleyemezken hayvansal organizmalar bunu gerçekleştirir.

- () 9. Aminoasitler amfoter özellik gösteren maddelerdir.
- () 10. İki aminoasit yan yana geldiğinde COOH ve NH₂ grupları arasında bağlanma meydana gelir ve bu bağa "peptid bağı" adı verilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Verdiğiniz cevaplarınız doğru ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu faaliyette verilen bilgi ve beceriler doğrultusunda uygun ortam sağlandığında proteinlerin yapısını, sınıflandırılmasını, vücuttaki görevlerini, işlevsel, fiziksel ve kimyasal özelliklerini, kalitesini sindirilebilirliğini yiyecek hazırlama ve pişirmedeki fonksiyonlarını öğrenecek, bilimsel kurallar doğrultusunda proteinlerin varlığını tespit edeceksiniz.

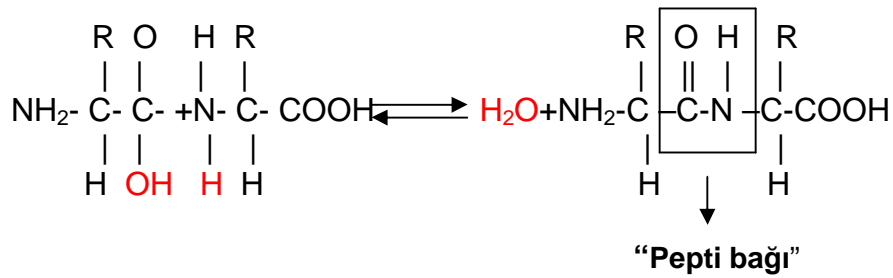
ARAŞTIRMA

Proteinlerde denatürasyon etkenlerini ve proteinlerin üretim sürecinde uğradığı değişiklikleri araştırınız. Raporlarınızı arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. PROTEİNLERİN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ

2.1. Proteinlerin Yapısı

Bir aminoasidin karboksil grubu (-COOH) başka bir aminoasidin amino grubuyla (-NH₂) bir mol su açığa çıkararak birleşir ve peptid zinciri oluşturur (Şekil 2.1). Peptidler peptid zincirinde yer alan aminoasit sayısına göre mono, di, tri gibi ön ekler verilerek isimlendirilirler. Genel bir kural olarak yapısında 10 kadar aminoasit içeren peptid zincirleri oligopeptid, daha uzun zincirli peptidler ise polipeptid olarak adlandırılır (Şekil 2.2).



Şekil 2.1:Peptid bağı

Proteinlerin Yapı Dereceleri	Aminoasit Molekül Sayısı
Dipeptidler	2
Tripeptidler	3
Tetrapeptidler	4
Oligopeptidler	5-10
Polipeptidler	11-100
Makropeptidler(pentonlar)	100'ün üzerinde

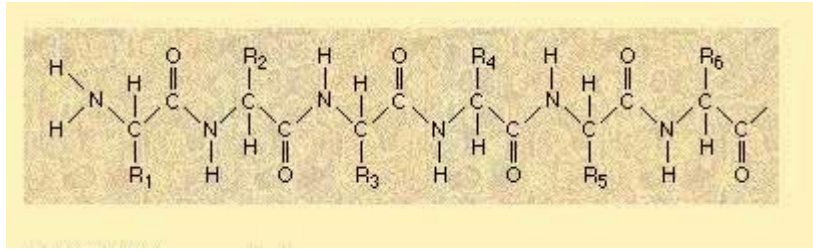
Şekil 2.2: Proteinlerin yapı dereceleri ve aminoasit molekül sayısı

Proteinlerin pek çoğu tek bir polipeptid zincirinden oluşur (myoglobin). Bazıları ise birbirlerinin aynı ya da farklı olan iki veya daha fazla polipeptidlerden meydana gelebilir.

Her proteinin karakteristik üç boyutlu doğal bir yapısı vardır. Üç boyutlu yapısı bozulmuş (denatüre olmuş) bir protein biyolojik etkinliğini de kaybeder. Proteinlerin karakteristik üç boyutlu yapılarını oluşumundan primer, sekonder, tersiyer ve kuarterner olarak adlandırılan yapılar sorumludur. Primer yapı her proteinde yer almakta, buna karşılık bazı proteinler sekonder yapıda bazıları ise tersiyer veya kuarterner yapıda kendilerine özgü üç boyutlu yapılarına kavuşmaktadır.

2.1.1. Primer Yapı (Birincil Yapı)

Bir protein molekülünü oluşturan polipeptid zinciri veya zincirlerindeki aminoasit sıralanışı proteinlerin primer yapısını oluşturur. Daha önce de belirtildiği gibi aminoasitler peptid bağlarıyla birleşerek polipeptidleri oluşturur. Primer yapı proteinlerin üç boyutlu yapısına bir geçiş teşkil eder ve fonksiyonel değildir (Şekil 2.3).



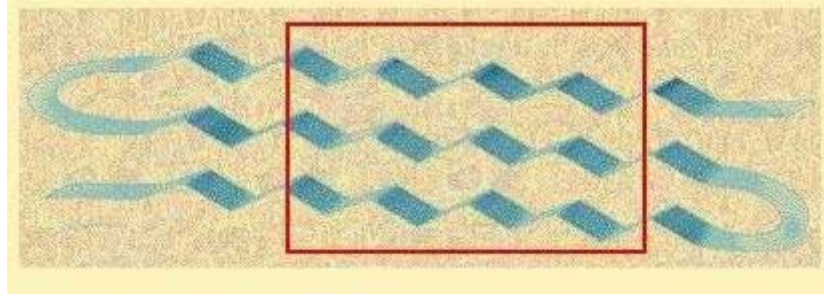
Şekil 2.3: Primer protein yapısı

2.1.2. Sekonder Yapı(İkincil Yapı)

Peptid zinciri üzerinde belirli bölgeler yan zincirlerle ve/veya kendi üzerine katlanarak bağlar oluşturur. Polipeptid zincirindeki bu katlanmalar periyodik olarak tüm zincir boyunca yinelenir. İki elektronegatif atom arasındaki hidrojen bağı polipeptid zincirinde heliksel yapı oluşmasına neden olur. Sekonder proteinler heliksel yapıda ya da plakalı yapıda olabilir. Bu yapılar kararlılık kazandıran aynı polipeptid zinciri üzerinde kurulan H köprüleridir ve en stabil yapı göstereni α -heliks proteinlerdir. α -heliks proteinlerin çoğunda heliksin bir yüzü

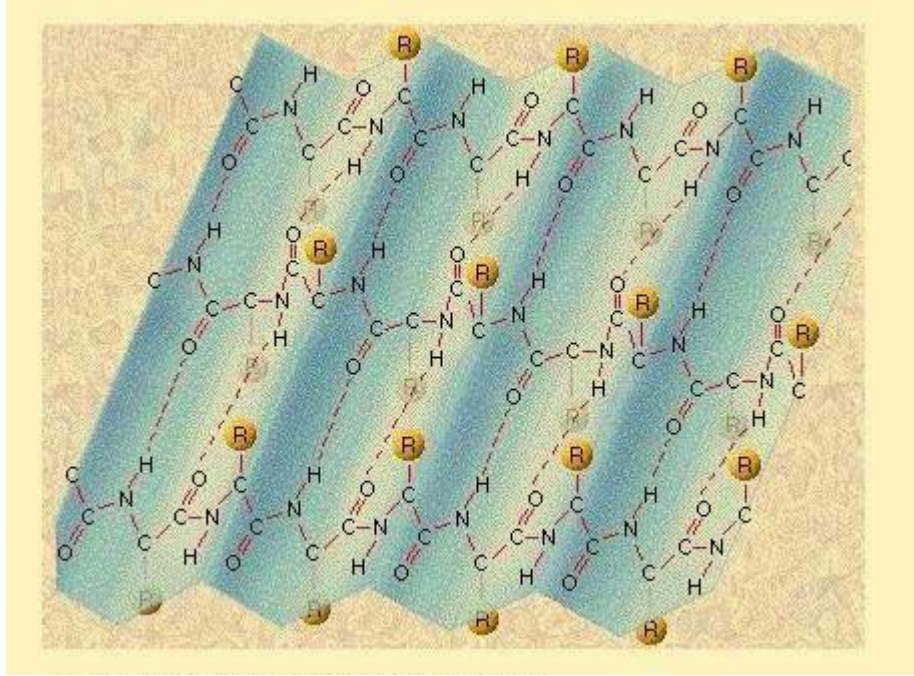
hidrofobik (su sevmeyen) iken diğer yüzü ve yan zincirler hidrofilik (su seven) kalıntılarla bağlanmıştır.

Plakalı protein yapısı heliksel yapıdan farklı olarak pili benzeri yapı oluşturacak şekilde katlanmalar gösterir. Plakalı yapılarda hidrojen köprüleri farklı polipeptid zincirleri arasında kurulur (Şekil 2.4) ve (Şekil 2.5).



Şekil 2.4: Sekonder proteinlerde plakalı yapısı

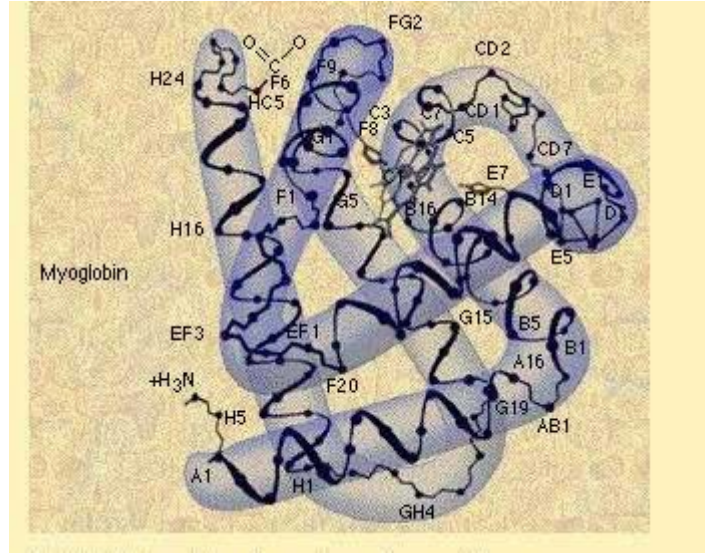
İki paralel polipeptid zinciri sekonder yapı oluşturduğunda zincirlerin birbirine yaklaştığı yerlerde kükürtlü aminoasitlerin aracılığıyla disülfid bağları oluşur. Kovalent yapıdaki bu bağlar son derece karardır. Bu nedenle yapıya karardılık kazandırır ve sekonder yapı denatürasyon koşullarında parçalanmaz.



Şekil 2.5: Plaka yapısını detaylı görünümü

2.1.3. Tersiyer Yapı (Üçüncül yapı)

Protein molekülünün yuvarlak veya elipsoid bir şekil alabilmesi için ikinci yapıyı meydana getiren dizilişlerin üst üste katlanması veya yumak şeklinde sarılması gerekmektedir. Bu ise yan zincirlerin reaksiyona girmesi ile mümkün olur. Helezon yapısı veya düz tabaka yapısı dışında kalan zincirlere ait gruplar veya atomların meydana getirdikleri çeşitli bağlar ve güçler protein molekülünün içerisinde pek az boşluk bırakan sıkı ve belirli bir şekil almasını sağlar (Şekil 2.6) ve tersiyer yapıyı oluşturur.

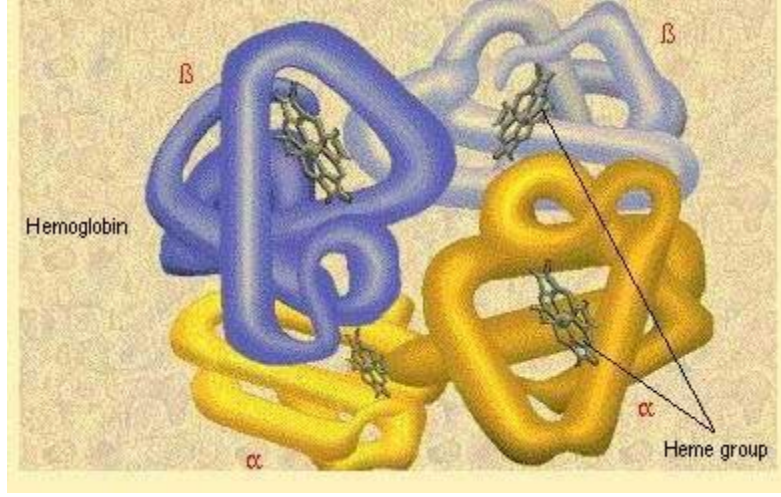


Şekil 2.6: Proteinlerde tersiyer yapı

Tersiyer yapı genellikle globüler proteinlerde görülür ve bu proteinler tersiyer yapılarıyla üç boyutlu şekillerine kavuşurlar. Bu yapıda doğrusal yapının katlanması yolu ile katlı üçüncül yapıya ulaşarak yüzeyler arası mesafe kısalmaktadır.

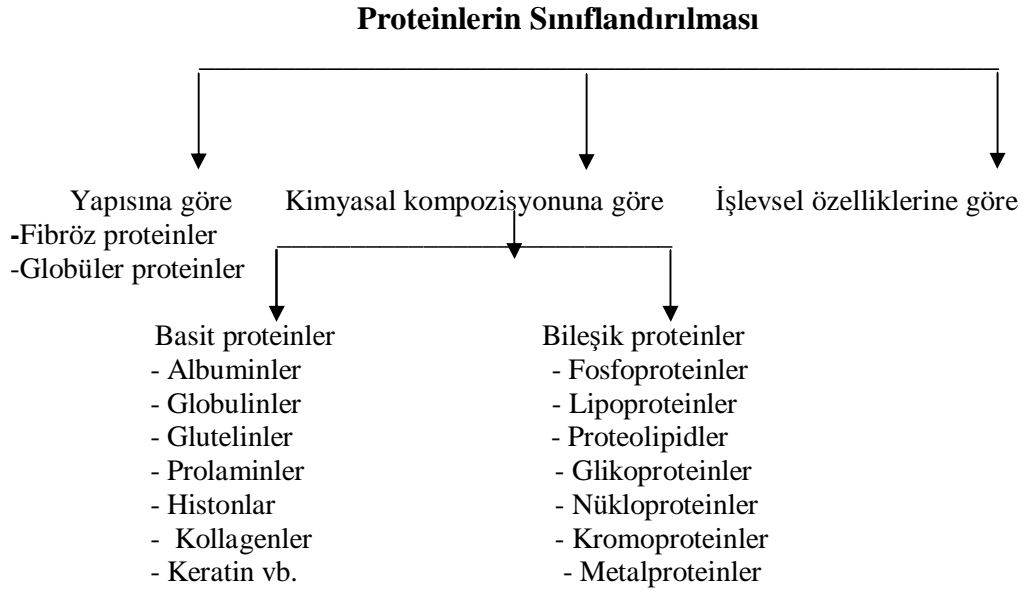
2.1.4. Kuarterner Yapı (Dördüncül Yapı)

Birden fazla polipeptid zinciri (alt birimi) içeren proteinlerde polipeptid zincirleri tersiyer yapıyı oluşturan aynı bağ tipleriyle birbirleriyle salkımlar, topluluklar yaparak birleşir ve kuarterner yapıyı oluşturur. Hemoglobinin yapısında her biri myoglobine benzer dört protein monomeri (alt birimi) birbirine kuarterner yapıyı oluşturmak üzere çok sıkı bir şekilde bağlanmışlardır (Şekil.2.7).



Şekil 2.7:Proteinlerin kuarternel yapısı

2.2. Proteinlerin Sınıflandırılması



Çizelge 2.1:Proteinlerin Sınıflandırılması

2.2.1. Yapısına Göre Proteinler

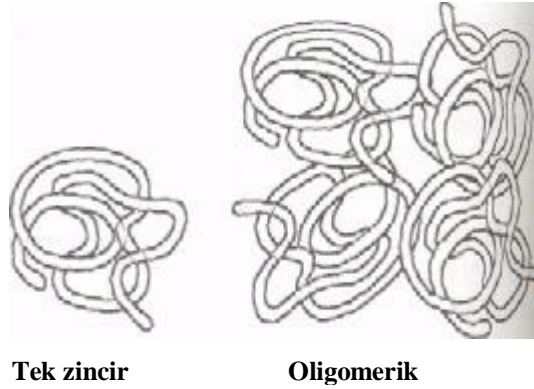
Proteinler konfigürasyon tipine göre; fibröz ve globüler olmak üzere ikiye ayrılır.

Ø Fibröz proteinler

Suda çözünmezler. Bir eksen boyunca uzanmış bir polipeptid ya da birbirine paralel olarak yerleşmiş polipeptid zincirlerinden ibaret çubuk şekilli proteinlerdir.

Ø Globüler proteinler

Büyük bir kısmı sulu sistemler de çözünebilir. Bunlar toplu halde ve hemen hemen yuvarlak bir yapıdadır. Enzimler, hormonlar vb. proteinler globüler karakterdedir(Şekil 2.8).



Şekil 2.8: Globüler proteinler

2.2.2. Kimyasal Kompozisyonlarına Göre Proteinler

Proteinler kimyasal kompozisyonlarına göre basit ve bileşik proteinler olarak ikiye ayrılabilirler. Burada çözünürlük özelliği sınıflamada temel olarak görev üstlenmektedir.

2.2.2.1. Basit Proteinler

Hidrolize olduklarında yalnızca aminoasitleri ve türevlerini veren proteinlerdir. Başlıca basit proteinler şunlardır:

Ø Albuminler

Suda çözünürler. Çoğunlukla globulinlerle birlikte bulunurlar. Globulinlerden farkı suyun yanı sıra seyreltik asitlerle de çözünebilmesi ve amonyum sülfat ile doyurulduğunda çökme özelliği göstermesidir. Yüksek sıcaklıklarda koagüle olurlar (pıhtılaşır). Glisin içermezler ancak kükürtçe zengindirler. İçinde buldukları çözelti $(NH_4)_2SO_4$ (amonyum sülfat) ile doyurulduğunda çökerler. Albuminler hayvanlar ve bitkiler de bulunmakta ve değişik isimlerle anılmaktadır. Serum albumini kan serumunda, laktoalbumin sütte,

ovoalbumin yumurta akında, legümenin mercimekte, löykozin buğdayda, bir hormon olan insülin ise pankreas salgısında bulunan albuminlerdir.

Ø Globulinler

Saf suda çözünmezler. Buna karşılık seyreltik $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ve diğer nötral tuz çözeltilerinde çözünme eğilimindedirler. Bazı globulinler, seyreltik nötral tuz çözeltilerine su eklenmesi veya çözeltinin asitlendirilmesi ya da CO_2 ile muamelesi sonucunda çöklerler. Globulinler $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ile yarı yarıya doyurulduklarında çöklerler. Bu özellikten yararlanılarak, globulinler aynı ortamda bulunan albuminlerden kolayca ayrılabilirler. 60-70 °C arasındaki sıcaklıklarda koagüle olurlar. Bitkilerde depo protein olarak önemli fonksiyonları vardır. Hayvansal kaynaklarda da sık olarak rastlanan bir protein tipidir. Zayıf bir asit karakter gösterir. Bu özellik yapılarındaki monoamino dikarboksilik aminoasitlerden kaynaklanmaktadır. İsoelektrik pH noktaları 5-6'dır. Oroglobulin yumurta sarısında, fasolin beyaz fasulyede, legümin mercimekte, edestin buğdayda, avenalin yulafta, laktoglobulin ise sütte bulunan globulinlerdir.

Ø Glutelinler

Bitkisel proteinlerdir ve gliadinlerle birlikte tahıllarda yer alırlar. Su ve tuz çözeltilerinde çözünmezler. Yüksek sıcaklıklarda koagüle olurlar. Hububatlardan seyreltik asitler veya bazlardan yararlanılarak ekstrakte edilebilirler. Bunu yanı sıra, çok az miktardaki $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ile hazırlanmış alkali ekstraktlarından tuz halinde de ayrılabilirler. Gliadinlerin aksine lizin ve triptofan içerirler. Bu nedenle de tamamlayıcısı durumundadırlar ve birlikte ekmek kalitesini olumlu yönde etkilerler. Glutenin buğdayda, hordenin arpada, orizenin pirinçte, zeanin mısırdaki, avenin yulafta, sekalinin çavdardaki gluteninlerdir.

Ø Prolaminler (gliadinler, alkolde çözünen proteinler, taneli bitki globulinleri)

Bir grup bitkisel globulinlerdir. Tahıllardan yalnız pirinçte bulunmaz. Genellikle tohumlarda bulunan bitkisel proteinlerdir. Saf alkolde ve suda çözünmezler. Ancak unlardan %50-90'lık alkolden yararlanılarak ekstrakte edilebilirler. Bol miktarda prolin içerirler ve asit hidrolizinde amonyak oluştururlar. Bu nedenlerle prolaminler olarak adlandırılmaktadırlar. Bol miktarda glutamik asit içerirler. Yapılarında lizin yoktur, bunun ancak arjinin ve histidin içeriğinin çok az oluşu bu proteinlerin düşük bir biyolojik değere sahip olmasına neden olmaktadır. Çölyak (coeliac) hastalığı gliadine karşı gelişen intoleranstan kaynaklanmaktadır. Gliadini uzaklaştırılmış ürün oluşturulması hastalığın tedavisinde önem kazanmaktadır. Buğdaydaki glutenin ile birlikte gluten kompleksine katılırlar ve bu durum ekmek kalitesini belirler. Zein mısırdaki, gliadin buğdayda, hordein arpada, sekalin çavdarda, orizin pirinçte, kafirin darıda bulunan prolaminlerdir.

Ø Protaminler (büyük peptidler)

En basit proteinlerdir (yapısında 14-20 peptid bağı vardır). Kuvvetli baziktirler. Hidrolize olduklarında bazik aminoasitleri özellikle arjinin, histidin ve ornitini verirler. Arjinin baskın hidroliz ürünüdür. Kükürtlü (sistin ve sistein) aminoasitleri içermezler. Pepsin dışındaki diğer birçok sindirim enzimleriyle hidrolize olurlar. Su, seyreltik amonyak, asit ve baz çözeltilerinde çözünürler. Yüksek sıcaklıklarda koagüle olmazlar. Bu proteinler yalnız bazı balık cinslerinde bulunur.

Ø Histonlar

Yapılarında bazik aminoasitler yoktur, suda ve çok seyreltilmiş asitlerde çözünürler. Isı ile koagüle olmazlar.

Ø Kollajenler

Gıda sanayinde jelatin yapımı için önemlidirler. Suda çözünmezler. Sindirim enzimlerinden etkilenmezler. Bağ doku, kemik, kıkırdak vb yerlerde bulunurlar. Kaynar suda veya seyreltik asit ve alkaliler de kaynatılırsa suda kolayca çözünen jelatin elde edilir.

Ø Keratin, fibrin, miyosin, elastin ve epidermin

Bu proteinler suda çözünmez veya çok zayıf bir çözünürlük gösterir. Aynı şekilde asitler ve bazlar da çözünme özellikleri zayıftır. Seyreltik asitlerle ısıtılsa dahi çok yavaş çözünür ve jelatin oluşumuna neden olmaz. Keratinler çok miktarda sistin içerir (%17'den fazla). Özellikleri kollajenlere benzer ve saç, tırnak, yün, boynuz ve tüylerin yapıtaşdır. Fibrin, kan serumunda bulunan ve kan pıhtılaşmasında etken olan bir fibröz proteindir. Miyosin kas hücresi içinde bulunur ve sindirimi kolay bir proteindir. Elastin bir çeşit kollajendir ve elastik bağ dokusunda bulunur. Kaynatma sonucunda jelatine dönüşmez. Epidermin ise deride bulunan bir fibröz proteindir.

2.2.2.2. Bileşik Proteinler (Konjuge Proteinler, Proteidler, Heteroproteinler)

Basit protein ve buna zayıf veya çok sağlam bir şekilde bağlanmış protein olmayan bazı maddelerden kurulmuşlardır. Hidroliz edildiklerinde aminoasitlere ek olarak bileşik proteinin cinsine göre nükleik asit, karbonhidrat, fosforik asit ve lipit gibi maddeler verir. Başlıca bileşik proteinler şunlardır;

Ø Fosfoproteinler

Prostetik grubu fosforik asit olan proteinlerdir. Fosforik asit içeriği proteine asit karakter verir. Fosfoproteinler seyreltik alkaliler ile amonyakta çözünür ve tuz oluşturur. Asitleştirme sonucunda çöker. Suda hemen hemen hiç çözünmez. Fosfoproteinlere en iyi örnek süt proteini olan kazeindir. Kazein nötral koşullarda ısıtıldığında koagüle olmaz ancak sütün asitleştirilmesiyle birlikte koagülasyon görülür. Rennet koagülasyonunda kalsiyum kazeinat çözünmez özellikteki parakazein ile çözünür karakterdeki makropeptidlere

dönüşür. Ovaviletin, yumurta sarısındaki fosfoproteindir ve yumurta sarısında lesitin ile birlikte bulunur. Bu protein yumurtanın fosfor içeren önemli bir yedek maddesini oluşturur. Lesitin ile yapmış olduğu kompleks ancak denatürasyon koşulları oluştuğunda birbirinden ayrılır.

Ø **Lipoproteinler**

Lipoproteinler lipit-protein kompleksleridir. Proteinleri çözünme özelliklerine sahiptirler. Lipoproteinler hücre zarında, yumurta sarısında ve kanda bulunur.

Ø **Proteolipidler**

Proteolipidler, lipit-protein kompleksleridirler. Lipidlerin çözünürlük özelliklerine sahiptirler. Miyelin sinir hücresinde, lipovitenin ise yumurta sarısında bulunan bir proteolipittir.

Ø **Glikoproteinler ve mukoproteinler (mukoidler)**

Basit proteinlerle karbonhidratların yaptığı komplekslerdir. Hidroliz sonucu amino şekerleri verir.

Glikoproteinler deride, kıkırdakta, kemiklerde, bağ dokuda, yumurta akında, kan serumunda, idrarda, tükürükte, mide sıvısında, gözde, vb. yerlerde bulunur. Ayrıca bakterilerin hücre duvarında da yer almaktadır. Mukoproteinler genellikle mukoz (yapışkan) yapıdadır ve daha çok ağız, burun, nefes borusu ve mide gibi organların mukoz membranları ve sıvılarında bulunurlar.

Ø **Nükleoproteinler**

Nükleik asitlerle (DNA veya RNA) bazik asit proteinlerin (protaminler veya histonlar) yaptıkları tuzlardır. Bunlar prostetik grubu nükleik asit olan bileşik proteinlerdir. Önemli miktarda fosfat içerdiklerinden asidiktir. Hücre çekirdeğinin temel elemanıdır.

Ø **Kromoproteinler**

Kromoproteinler prostetik grubu düşük molekül ağırlıklı pigment veya pigment benzeri maddelerdir ve prostetik gruplar çoğu kez bir metal (Fe, Mg) içerir.

Örnek olarak; hemoglobin (Kanın prostetik grubu kandır. Bunun çekirdek kısmında Fe yer alır), bitkilerdeki kloroplastin (prostetik grubu klorofildir ve çekirdek kısmında Mg yer alır) myoglobin (kas pigmenti), sitokromlar, sitokrom oksidazlar, katalaz ve peroksidaz gösterilebilir. Flavoproteinler prostetik grup olarak riboflavin içeren bir protein grubudur.

Ø Metalproteinler

Prostetik grup olarak metal bağlanmış proteinlerdir. Metalloproteinlere tirozinaz (bakır) ve ksantinoksidaz (molibden) enzimleri örnek gösterilebilir.

2.2.3. İşlevsel Özelliklerine Göre Proteinler

Fonksiyonlarına göre proteinler; enzimler, yapısal proteinler, kontraktıl proteinler (myosin, aktin, tubulin), hormonlar (insulin, büyüme hormonları), transfer proteinleri (serum albumini, transferin, hemoglobin), antikorlar (immünoglobulinler), depo proteinleri (yumurta albumini, tohum proteinleri) ve koruyucu proteinler (toksinler, alerjenler) şeklinde de sınıflandırılabilir.

2.3. Proteinlerin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

2.3.1. Proteinlerin Molekül Ağırlıkları

Proteinler yüksek molekül ağırlıklarına sahip bileşiklerdir. Proteinlerin molekül ağırlıkları çeşidine göre değişmektedir.

Proteinler, sahip oldukları moleküler yapının büyüklüğü nedeniyle kolloidal özellik gösterir. Proteinlerin molekül ağırlıklarının belirlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan en önemlisi ultrasentrifüj yöntemidir.

2.3.1. Proteinlerin İyonlaşma Özelliği

İyonlaşabilen fonksiyonel grupların pek çoğu yan zincirlerden kaynaklanmaktadır. Proteinin kendine özgü bir izoelektrik pH noktası vardır. Bu noktada proteindeki pozitif ve negatif yüklerin toplamı kesinlikle birbirine eşittir ve net yük sıfır, toplam yük ise maksimumdur. Toplam yük proteindeki bütün pozitif ve negatif yüklerin toplamı, net yük ise pozitif ve negatif yüklerin farkıdır. Ortam pH'nın düşmesi veya yükselmesi, net yükü maksimuma doğru artırma eğiliminde iken toplam yük daima izoelektrik noktadan daha düşük olur.

Proteinler iyonlaşmada yalnızca proton alıp vermemekte, diğer iyonlar da bu yönde reaksiyona girmektedir. Bu nedenle de proteinlerin birbirlerinden farklı birer izoelektrik nokta ve izoionik noktaları bulunmaktadır. İzoionik nokta; H⁺ ve OH⁻ dışında hiçbir iyon bulunmayacak derecede sonsuz dilüsyonu (seyreltme) yapılmış protein çözeltisinin pH'sı olarak da tanımlanmaktadır. Bu durumdaki proteinlerin çözünürlüğü izoelektrik noktada en düşük düzeydedir ve proteinler bu noktada çözelti içinde çökme eğilimindedir (izoelektrik noktada çökme).

2.3.3. Proteinlerin Çözünürlük Özelliği

Proteinlerin çözündüğü ortamlar genellikle su, gliserol, dietilformamit, dimetilformamit veya formik asit gibi kuvvetli polar çözücülerdir. Çözünürlük protein yapısındaki hidrolik (polar) ve hidrofobik (apolar) gruplara bağlı olarak değişmektedir. Prolaminler gibi sınırlı sayıdaki bazı proteinler düşük düzeyde polar olan etil alkol gibi çözücülerde çözünebilmektedir.

Proteinlerin çözünürlük karakteristiklerini etkileyen başlıca interaksiyonlar (etkileşimler) hidrofobik ve iyonik yapılardır. Bunun bir sonucu olarak hidrofobik interaksiyon protein-protein etkileşimini oluşturur ve sonuçta çözünürlüğün azalmasına yol açar. Buna karşın iyonik interaksiyon protein-çözücü etkileşimini sağlayarak sonuçta çözünürlüğün artmasına yol açar.

Proteinlerin sudaki çözünürlüğü pH ve tuz konsantrasyonuna bağlı olarak değişebilmektedir. Amonyum sülfat gibi nötral tuzlar protein çözünürlüğü üzerinde iki farklı etkiye sahiptir. Bu tuzlar düşük konsantrasyonlarda elektrostatik protein-protein etkileşimini (bağlama gücünü) önleyerek, proteinin çözünürlüğünü artırmaktadır (salting-in etkisi). Buna karşılık yüksek nötral tuz konsantrasyonlarında, tuzdaki iyonların hidrasyon eğilimi nedeniyle protein çözünürlüğü azalmaktadır (salting-out etkisi). Proteinlerin çözünürlük karakteristiklerini etkileyen başlıca interaksiyonlar hidrofobik ve iyonik yapılardır. Bunun bir sonucu olarak hidrofobik interaksiyon protein-protein etkileşimini oluşturur ve çözünürlüğün azalmasına yol açar. Buna karşın iyonik interaksiyon protein-çözücü etkileşimini sağlayarak çözünürlüğün artmasına yol açar.

Proteinler polar bileşiklerdir ve bu nedenle de su içinde hidrate olur. Hidrasyon derecesi (g hidrasyon suyu/g protein) proteinden proteine göre değişmektedir. Çözünürlük özelliği göstermeyen proteinlerin şişmesi, çözücü proteinlerin hidrasyonuna karşılık gelir. Bunun bir sonucu olarak peptid zincirleri arasına su molekülleri girerek hacmin artmasına ve diğer bazı fiziksel özellikler de değişimlere yol açar. Şişme sırasında alınan su, proteinin kuru ağırlığının birkaç kat artmasına neden olur. Proteinlerin çözünürlüğü üzerine çözücünün pH'sı, iyonik kuvvet, sıcaklık ve organik çözücünün varlığı gibi faktörler de etkilidir.

Ø Proteinlerin Çökme Özellikleri

Proteinler bir çözücü içinde yük ve protein-çözücü etkileşimi tarafından kararlı bir durumda tutulur. Bu kararlı durum proteinin yapısında bulunan aminoasitlerin ve çözücü sistemin özelliklerine göre değişir. Kararlı durumu oluşturan etkenlerden biri ortadan kalkarsa protein bazen çökler, ikisi de ortadan kalkarsa protein daima çökler.

Ø Proteinlerin izoelektrik noktada (pH) çöktürülmesi

Proteinler aminoasitler gibi amfolit karakterdedir. Asit çözeltilerde karışık katyonlar halinde bulunur.

Proteinlerde aminoasitler gibi izoelektrik noktalarında çok düşük çözünürlük özelliği gösterir. Proteinin izoelektrik nokta pH'ında, yüksüz olup elektriksel bir alanda kutuplara hareket edemez durumdadır.

Sütte yer alan kazein gibi bazı proteinler, çözelti pH'ının bu proteinin izoelektrik noktasına girilmesiyle kolayca çökeltilir. Bu özellikten süt endüstrisinde fermente süt ürünlerinin elde edilmesinde yararlanılmaktadır. Diğer taraftan protein çözeltileri çok iyi tampon özelliği gösterdiklerinden gıda endüstrisinde bu alanda da yararlanılmaktadır.

Ø Ağır metal ve tuzları ile çöktürme

Hg^{+2} , Pb^{+2} , Cu^{+2} , Ag^{+} , Au^{+} , Pb^{+4} gibi pozitif ağır metal iyonları ve bunların tuzları ($HgCl_2$, kurşun asetat vb) bazik koşullarda proteinleri çökeltirler. Bu iyonlar, proteinlerdeki -SH (sülfidril) grupları ile sülfidleri oluşturduklarından proteinlerin denatürasyonuna neden olur.

Ø Asit ile çöktürme

Hidroklorik, sülfirik, nitrik ve asetik asit gibi asitler, sulu çözelti halinde proteinleri çöktürürler. Çöktürme işlemi, ısıl işlemlerle daha da hızlandırılabilir. Bu tip çöktürme, pH'daki hızlı değişim nedeniyle proteinlerin denatürasyonu ile sonuçlanır. Konsantre asitler kullanıldığında tam bir denatürasyon görülür.

Ø Nötral tuzlarla çöktürme

Sulu protein çözeltilerine amonyum sülfat, sodyum sülfat veya alkali fosfat karışımları gibi nötral tuzların eklenmesi sonucu proteinler çökeler. Yüksek tuz konsantrasyonu protein molekülünün etrafındaki su moleküllerine etki ederek çözünürlükten sorumlu elektrostatik güçleri değiştirir. Tuz ile çöktürme ortamın pH ve tuz konsantrasyonundan önemli derecede etkilenir. Çökme en etkin birimde proteinin izoelektrik noktasında gerçekleşir. Proteinlerin nötral tuzlarla çöktürülmesi denatürasyona neden olmaz.

Ø Organik çözücülerle çöktürme

Sulu protein çözeltilerine etil alkol ve aseton gibi bazı organik çözücülerin eklenmesi proteinleri çökeltir. Çökme, proteinin izoelektrik noktasında çok kolay olur. Organik çözücülerle çöktürme de genellikle denatürasyon görülmez. Ancak çöktürmenin 0°C'de yapılması önerilmektedir.

2.3.5. Protein Denatürasyonu ve Koagülasyonu

Proteinlerin sekonder ve tersiyer yapısını oluşturan bağlar bazı koşullarda parçalanarak üç boyutlu yapının bozulmasına neden olur. Denatürasyon sırasında kovalent bağlar korunur. Ancak disülfid bağları kırılarak çok sayıda sülfidril grubu açığa çıkarır. Yani molekül yumak şeklini koruyamayıp açılmaya, düz şekil almaya başlar. Bu durum ise denatürasyon olarak tanımlanır. Proteinlerin denatürasyonunu tetikleyen etmenler ısıl

işlemler, radyasyon, çeşitli kimyasallar, asidik, bazik çözeltiler, konsantre tuz çözeltileridir. Denatüre proteinler bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini kaybederler. Ancak peptid bağlarına hala sahip olup besin değerini kaybetmez.

Denatürasyon olayı proteinlere has ve proteinlere farklı derecelerde etkili olan bir olaydır. Dondurulmuş gıdaların çoğunda proteinler kısmen denatüre olur ve dengeleri bozulur. Balık proteinlerinde dondurulduktan sonra balık etinin daha sert ,lastiğimsi ve susuz olması gibi sonuçlar ortaya çıkar. Süt kazeini ise dondurularak saklanan sütlerde kısmen denatüre olarak daha dengesiz hale gelir.

Protein denatürasyonu sonucunda;

- Ø Proteazların protein yapısı üzerine etkisi azalır,
- Ø Viskozite artar,
- Ø Çözünürlük azalır,
- Ø Enzimler ve toksinler aktivitelerini kaybederler,
- Ø Su bağlama kapasitesi azalır,
- Ø Rotasyon ve difüzyon stabilitesi değişir,
- Ø Protein kristalizasyonu önlenir.

Disülfid bağlarının kırıldığı ve konformasyon değişikliklerinin olduğu denatürasyonlar tersinmezdir. Proteinler kuru ortamlarda ısı denatürasyonuna daha dirençlidir. Ortamda suyun bulunması denatürasyonu kolaylaştırır ve sıcaklıktaki her 10 °C'lik artış denatürasyon hızını iki katına çıkarır. Bazı proteinler soğuk uygulamalarında aktivitelerini kaybeder.

Parçalama, yoğurma, çırpma gibi mekanik işlemlerde proteinler hava-sıvı yüzeyi arasına hapsolür ve buradaki enerji kitle fazın enerjisinden fazla olması proteinlerde konformasyonel değişime neden olur. Esnek olan proteinler diğerlerine göre daha kolay denatüre olur.

Proteinlerin çözünemez duruma gelmesine neden olan değişiklikler ise koagülasyon olarak adlandırılır. Denatürasyonla, parçalanmış peptid zincirleri arasındaki –H bağları ve –S-S- bağlarının –SH gruplarına dönüşmesi ile ileri aşamalara gelmiş ise proteinin yapı ve özelliklerinin değişmesi geri çevrilemez durumdadır. Protein yapıları iyice açılır,yan zincirler bir araya toplanır ve büyüyen protein çöker. Örneğin, yumurta veya hamur pişirilince koagülasyon olayı gerçekleşir ve bu olay geri dönüşümsüzdür.

2.4. Proteinlerin İşlevsel Özellikleri

Bir gıdanın tüketici açısından önem taşıyan işlevsel özelliği, gıdanın enerji besin ögesi değerinin dışındaki diğer yararlılıklarına yönelik niteliklerinin tümüdür. Bunlar sırasıyla yapı tat-koku, renk ve görünüşdür. Bu işlevsel özelliklerin büyük bir bölümü duyuşal özelliklere, bir kısmı da fiziksel yapıya yönelik olup bunların tümü gıda hazırlama, üretim ve depolama sonuçlarını göstermektedir. Bu özellikler üzerine proteinlerin taşıdıkları fizikokimyasal nitelikler etkili olup gıdalara bazı arzu edilen özelliklerin kazandırmasını sağlarlar. Örneğin; fırıncılık ürünlerinin taşıdıkları bazı duyuşal özellikler buğday

gluteninin hamur oluşumundaki etkisi ve viskoelastik karakteri ile ilgilidir. Etin k3rpe ve sulu yapısı b3y3k 3l33de kastaki aktin miyosin ve aktomiyosin gibi suda 33z3n3r proteinlerden kaynaklanmaktadır. Bazı s3t 3r3nlerinin g3sterdiği yapı ve pıhtı oluşturma 3zelliği kazein misellerinin kolloidal karakteristiği ile ilgilidir. Proteinlerin işlevsel 3zelliklerini ortaya 3ıkaran fakt3rler onların taşıdığı bazı fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal yapılarından kaynaklanır. Bunlar sırasıyla proteinlerin boyutları, Őekilleri, aminoasit kompozisyonu ve dizilimi, net y3k ve elektrik y3k3 dağılımı, hidrofobite/hidrofilite oranı, ikincil, 333nc3l ve d3rd3nc3l yapı, molek3llerin esneklik/sertlik durumu ve diğer molek3llerle interaksiyon yeteneği gibi noktalardır. Ancak her bir 3zelliğin, her bir işlevsel 3zellikteki yerini tayin etmek olduk3a g33t3r.

2.4.1. Hidrasyon 3zellikleri

Bilindiği gibi sulu 33zeltide yer alan bir proteinin bireysel dizilimi b3y3k 3l33de su ile olan interaksiyonuna bağlıdır.

Su molek3lleri protein yapısındaki 3eşitli grupları bağlayabilir. Su proteinlerin fizikokimyasal 3zelliklerini modifiye eder.

Bilindiği gibi proteinlerin dispersiyon, nemlilik, Şişme, 33z3n3rl3k, viskozite, su-tutma kapasitesi, jelasyon, koag3lasyon, em3lsiyon ve k3p3rme gibi işlevsel 3zellikleri su-protein interaksiyonuna bağlıdır.

Proteinlerin hidrasyon yeteneğini protein konsantrasyonu ve konformasyonu, pH, sıcaklık, zaman, iyonik kuvvet ve ortamda bulunan diğer komponentlerin (protein-protein yada protein-su) arasındaki kuvvet etkiler.

Protein kaynaklı ingrediyenlerin absorblayıp yapıda tuttuğu su 3eşitli gıdaların yapı oluşturma yeteneğiyle bazı 3zelliklerini oluşurmaktadır. Bunlar 3oğunlukla et 3r3nlerinde ve hamurda g3zlenen 3zelliklerdir. Su absorpsiyonu (emme,yapışım alma) yolu ile protein su olarak Şişer ve b3ylece karakteristik olan yapı, tekst3r, viskozite ve adhezyon gibi gıdanın bazı 3nemli reolojik 3zellikleri ortaya 3ıkar.

2.4.2. 33z3nme 3zelliği

Proteinlerin bazı 3nemli işlevsel 3zellikleri proteinin 33z3n3rl3đ3nden etkilenmektedir. Bu etkileşimler proste (3retim s3reci) uygulanan teknolojik işlemler a3ısından b3y3k 3nem taşır. 33z3n3rl3kten; kalınlaşma, em3lsiyon, k3p3k ve jel yapıcılık gibi 3zellikler fazla etkilenmektedir. 33z3nmeyen proteinlerin gıda end3strisinde kullanımında 3ok dikkatli olunmalıdır.

Proteinlerin proses sırasındaki 33z3n3rl3k durumlarını etkileyen yapısal interaksiyon doğasından kaynaklanmaktadır. Bunlar sırasıyla hidrofobik ve iyonik yapılarıdır. 3retimde kullanılan parametreler de bu durumu ayrıca etkilemektedir. Hidrofobik interaksiyonlar (etkileşimine) protein-protein interaksiyonuna (etkilesimine) yol a3arak 33z3n3rl3đ3n

azalmasına yol açar. Bunun karşın iyonik interaksyonlar protein-su etkileşimine neden olur ve çözünürlüğü artırır.

Proteinin çözünürlüğü veya çözünmeme mekanizması doğal özelliğinden kaynaklandığı gibi herhangi bir etmene bağlı olarak da ortaya çıkabilmektedir. Bir proteinin çözünürlüğü: ortamın pH'ına, iyonik kuvvetine, ortam sıcaklığına (°C) ve protein konsantrasyonu ile ortamdaki organik çözücü gibi faktörlerin varlığına da bağlıdır.

2.4.3. Viskozite Özelliği

Bir sıvının viskozitesi akışa karşı gösterdiği dirençle tanımlanır. Ancak tüketicilerin sıvı ya da yan katı gıdalara yönelik tercihi de ürünün viskozitesine bağlıdır.

Proteinlerin viskozite davranışları çeşitli değişkenler arasındaki kompleks interaksyonlara dayanmaktadır. Bunlar sırasıyla boyut, şekil, protein çözelti interaksyonu, hidrodinamik hacim ve hidrate konumdaki moleküler esnekliktir. Protein su içinde öncelikle suyu absorblar (yapısına almak, emmek) daha sonrada şişer. Hidrate molekülün hacmi, hidrodinamik boyut ve hacim daima hidrate olmamış molekül boyutu ve hacminden büyüktür.

Protein sistemlerinin viskozite özellikleri sıvı gıdalarda büyük önem taşır. Örneğin içecekler, hazır çorbalar, soslar ve kremalar yapılarında yer alan proteinlerin gösterdiği dispersiyon özellikleri nedeniyle imalat sırasındaki üretim kriterlerinin optimizasyonunda farklılıkların doğmasına neden olur.

2.4.4. Jelleşme Özelliği

Jel, sıvı ve katı bir ortam arasında oluşan ara bir fazdır. Jelasyon bir çok protein için önem taşıyan işlevsel bir özelliktir. Birçok gıdanın hazırlanmasında jelasyon önemli rol oynar. Denatüre olmuş protein molekülleri düzenli bir protein ağ yapısı oluşturmak üzere agregasyon (toplanma) olduklarından jelasyon prosesi gerçekleşmektedir. Protein jelasyonu yalnızca katı-viskoelastik jel oluşumunda değil, aynı zamanda su absorblama gücünün gelişmesi, kalınlaştırma partiküllerin bağlanması, köpük stabilizasyonu gibi proseslerde de kullanılmaktadır.

Ağ yapısı oluşmasındaki interaksyonlar öncelikle hidrojen bağları, hidrofobik ve elektrostatik interaksyonlardır. Proteinler iki tip jel oluşturur; bunlardan ilki koagülasyona dayalı opak jel, ikincisi ise yarı şeffaf jeldir.

2.4.5. Yapı (Tekstür) Oluşturma Özelliği

Bazı bitkisel ve hayvansal proteinlerden hazırlanan çeşitli preparatlar gıda endüstrisinde tekstürel özellikleri geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle soya ve süt proteinleri ısı koagülasyon işlemine tabi tutulduktan sonra film ya da fiber benzeri karışımlar haline getirilmekte ve yüksek su tutma kapasitesine sahip tekstür ajanları olarak kullanılmaktadır.

2.4.6. Ara Yüzey Özelliği

Doğal ya da işlem görmüş çeşitli gıdalar çoğu kez ya köpük ya da emülsiyon yapıdadır. Bu tip dispers sistemler iki faz arasındaki yüzeyde uygun bir amfilik madde yer alıncaya kadar stabil değildir. Bilindiği gibi proteinler amfoter moleküllerdir ve spontan olarak(kendiliğinden) hava-su ya da yağ-su-yüzey arasına taşınır. Bu kendiliğinden gelişen ve sıvı kütleden yüzey arasına doğru oluşan protein taşınması, proteinin ara yüzeyindeki serbest enerjinin sıvı kütle fazının enerjisinden daha düşük olduğunu gösterir. Böylece denge kurulduğunda, ara yüzey bölgesindeki protein konsantrasyonu sıvı kütle fazındaki konsantrasyondan daha yüksek olmaktadır.

2.4.7. Hamur Oluşturma Özelliği

Buğday endospermında bulunan gluten hamur oluşumu sırasında karakteristik bir yapı oluşturur. Un suyla karıştırıldığında gluten proteinleri belli bir diziliş sergiler ve çapraz disülfid bağları meydana gelir. Bu çapraz bağlanma üç boyutlu viskoelastik bir yapının oluşmasına neden olur. Bu ağ yapı nişasta ve diğer komponentleri yapısında hapseder. Ekmek ve diğer fırıncılık ürünlerinin pişirilmesi sırasında son ürünün hacmi ve diğer fiziksel özelliklerinden bu ağ yapı sorumludur.

2.4.8. Emilsifiyan Özelliği

Bazı doğal ve işlem görmüş gıdaların bir kısmı köpük bir kısmı da emülsiyon tipi ürünlerdir. Bu tipteki dispers sistemler, iki faz arasındaki ara yüzeyde uygun bir amfilik madde taşımadıkça stabil değildir. Proteinler amfilik moleküller olup bunlar hava-su veya yağ-su gibi ortamlardaki ara yüzeylerde kendiliklerinden doğal bir şekilde hareket eder. Proteinlerin bu spontan hareketleri proteinin ara yüzeyindeki serbest enerjisinin sıvı kütle fazından daha azalmasına neden olur. Böylece denge sağlandığında ara yüzeydeki protein konsantrasyonu sıvı fazdakinden daha fazla hale gelir. Proteinler ara yüzeyde yüksek bir viskoelastik özellik gösteren film oluştururlar. Bu ilke çerçevesinde değerlendirilen proteinin emilsifiyan özellikleri gıda endüstrisinde yararlanılan önemli bir olgudur.

2.4.9. Köpürme Özelliği

Gıda üretiminde bazı özel durumlarda köpük yapı oluşturmak istenildiğinde yine proteinlerden yararlanılabilmektedir. Böyle bir yapı kek, şekerleme, krema ürünleri, dondurma, hazır şantiler, mus tipi gıdalar ve ekmek gibi ürünlerde özel yapım oluşumuna yardımcı olur. Bu amaçla çoğu kez gaz olarak hava, sınırlı olarak da karbondioksit (CO₂) kullanılır. Bazı köpük gıdalar çok kompleks kolloidal bir yapıya sahiptir. Buna en iyi örnek dondurmadır.

Köpük oluşumunu ve stabilitesini etkileyen faktörlerin başında bunu sağlayacak proteinin yüksek çözünürlük özelliği göstermesi gelmektedir. Bunun dışında ortam pH'sı, tuzun varlığı, sakkaroz ya da diğer şekerlerin bulunması, lipid konsantrasyonu gibi faktörler

de bu oluşumu büyük ölçüde etkiler. Bunun yanı sıra proteinin bir olgunlaşma evresinden sonra daha stabil bir köpük oluşturduğu da bildirilmektedir

En yüksek köpürme özelliği gösteren protein; yumurta beyazı proteini, hemoglobinin globin kısmı, jelatin, peynir suyu proteini, kazein miselleri, buğday proteinleri ve soya proteinleridir.

2.4.10. Tat - Koku Bağlama Özelliği

Proteinler genelde kokusuz olmalarına rağmen tat ve koku ajanlarını bağlayarak gıdaların duyuşsal özelliklerini etkiler. Bu nedenle bazı protein preparatları işlevsel ve besleyici özelliklerinin yanı sıra bazı özel tat-koku öğelerini bağlama fonksiyonuna da sahiptir. Diğer taraftan çeşitli proteinler, özellikle yağlı tohum proteinleri ile peynir suyu proteini konsantratu hoş gitmeyen tat ve koku taşıdıkları için gıda endüstrisinde kullanılmaları kısıtlıdır. Gıdalarda ransit, acımsı, yakıcı tat koku belirtileri ortamda çeşitli tepkimeler sonucu beliren aldehitler, ketonlar, alkoller, fenoller ve serbest yağ asitlerinin varlığından kaynaklanır. Bu öğeler proteinlere ya da başka komponentlere bağlı olduklarında reaksiyon sonucu yapıdan ayrılır ve ortamda kötü tat ve kokunun ortaya çıkmasına yol açar. Bu istenmeyen tat ve kokuyu buhar veya solvent (çözücü) ekstraksiyonu ile uzaklaştırmak mümkün olmayabilir.

Proteinlerin tat ve koku maddelerini bağlama mekanizması proteinin rutubet içeriğine dayanır.

Proteinlerin bu özellikleri gıda endüstrisi açısından büyük önem taşır. Örneğin bitkisel proteinlerden yapılan et benzeri gıdalarda gerçek et tadı ve kokusunun oluşturulması, et tat ve kokusundan sorumlu ajanların proteine bağlanması yolu ile sağlanmaktadır.

2.5. Proteinlerin Kalitesi ve Sindirilebilirliği

Bir proteinin kalitesi, yapısında yer alan elzem aminoasitlerin kompozisyonu ve sindirilebilirliği ile ilgilidir. İnsan beslenmesinde önemli bir yer tutan hububat ve baklagiller çoğu zaman elzem aminoasitlerden herhangi birinin eksikliğini gösterir. Örneğin; pirinç, buğday, arpa ve mısırdaki lizin miktarı düşükken metiyonin miktarı yüksektir. Bu nedenle bazı aminoasitler açısından eksiklik gösteren gıdalar yüksek içerikli kaynaklar ile birlikte kullanılarak zenginleştirilmektedir. Proteinin sindirilebilirliği, protein içeren gıdanın sindirim sistemine girdikten sonra absorbe edilen azot miktarı ile tanımlanmaktadır. Çizelge 2.4.10'da proteinlerin sindirilebilirliği ile ilgili bazı örnekler görülmektedir. Protein ya da protein karışımlarının beslenme açısından kalitesinin ölçütü elzem aminoasitlerini sayıca ve miktarca şekilde içermesi ile ilişkilidir.

Çizelge 2.2: Çeşitli gıda proteinlerin sindirilebilirlikleri

Protein Kaynağı	Sindirilebilirlik, Yüzdesi
Yumurta	97
Süt, peynir	95
Et, balık	94
Mısır	85
Bugday	86
Bezelye	88
Fasulye	78
Pirinç	75

Değişik yaş gruplarındaki bireylerin elzem aminoasit gereksinimleri birbirinden farklıdır. Örneğin; 2-5 yaşlar arasındaki bir çocuğun toplam elzem aminoasit gereksinimi 434 mg/g protein iken bu değer 10-12 yaş grubu için 320 mg/g protein ve yetişkinler içinde 111 mg/g protein düzeyindedir. Vücuda yoğun bir biçimde aminoasit alınması aminoasit antogonizmi'ne veya toksisitesine (zehirlenme) yol açar. Bunun yanı sıra yine bir aminoasidin vücuda aşırı düzeyde alınması genellikle diğer bazı aminoasitlerin gereksiniminin artmasına neden olur.

Proteinlerin sindirilebilirliği, gıdanın belli bir porsiyonundan sindirimi izleyen evrede absorblanan azot miktarı olarak tanımlanabilir. Hayvansal kaynaklı proteinler, bitkisel proteinlere göre daha yüksek oranda sindirilir (Çizelge.2.2).

2.6. Proteinlerin Vücuttaki Görevleri

Proteinler, doğal organik bileşikler arasında dağılım, miktar ve fizyolojik önem bakımından başta gelir. Proteinlerin canlılardaki önemini ortaya koyan bazı özellikler aşağıda özetlenmiştir ;

- Ø Proteinler vücudun en küçük birimi olan hücrelerin yapıtaşdır.
- Ø Vücut dokularının oluşumunda ve onarımında kullanılır.
- Ø Enzimlerin tümü, hormonların birçoğu ve virüsler protein yapısındadır. Proteinlerin kendi sentez olayları bile protein yapısında olan enzimler sayesinde gerçekleşir.
- Ø Proteinler vücuttaki organların ve yumuşak dokuların yapı unsurudur.
- Ø Proteinler vücudun elzem aminoasitlere olan gereksinimini karşılar.
- Ø Proteinler vücudun enerji kaynağı değildir. Ancak proteinler vücuda fazla miktarda alındığında ya da vücutta yeterli enerji kaynağı olmadığında enerji kaynağı olarak kullanılır.
- Ø Çoğu kez proteinler, gıdaların duysal özelliklerini ve besleyici değerini belirleyen önemli faktörlerdir.
- Ø Organizmada taşıma ve depolama görevi üstlenir. Örneğin; hemoglobin alyuvarlarda, miyoglobin ise kasta oksijen taşırken, demir kan

- metabolizmasında transferin tarafından taşınır, karaciğerde ise ferritin ile kompleks oluşturarak depo edilir.
- Ø Proteinler vücuda mekanik destek sağlamada da görev üstlenir. Vücuda destek sağlayan deri ve kemiğin gerilme kuvveti, kolayca fiber oluşturan ve uzun bir protein olan kollagenin varlığı nedeniyledir.
 - Ø Sinir impulslarının (dürtülerinin) ortaya çıkması ve iletimi proteinlerle sağlanmaktadır.
 - Ø Canlıda başkalaşım ve büyümenin denetimi proteinlerle sağlanır. Bilindiği gibi bir organizmanın tüm hücrelerindeki genetik bilgi aynıdır. Ancak, canlıda farklı doku ve organların bulunması ve çok değişik işlevlerin ortaya çıkması, hücrelerde aynı olan genetik bilginin bazı bölümlerinin sessizleştirilmesiyle (baskılanmasıyla) olasıdır. Büyük organizmalarda ve bakterilerde baskılayıcı (represör) proteinler hücredeki DNA'nın özgül bölümlerini sessizleştiren önemli elemanlardır.
 - Ø Su ve elektrolit dengesinin korunmasında doğrudan ya da dolaylı olarak görevleri vardır.
 - Ø Vücudun hastalıklara karşı dayanıklılığında ve hastalık etkenlerine karşı korunmada kullanılır.
 - Ø Büyüme ve erginlik dönemlerinde yeni dokuların yapılmasında etkindir.
 - Ø Kanın pıhtılaşmasında rol oynar.
 - Ø Vücuttaki asit-baz dengesini korumak için tampon vazifesi görür.
 - Ø Kasların kontraksiyonunda görev alır.
 - Ø Hücrelerle hücreler arası sıvılar arasında besin unsurlarının değişimine yardım ederek ödemlere sebebiyet veren sıvıların anormal bir şekilde toplanmasına engel olur.

2.7. Yiyecek Hazırlama ve Pişirmede Proteinlerin Fonksiyonları

Etin proteinleri çiğ iken kolloid sol durumundadır. Isıtıldığı zaman protein denatüre olur ve katılaşır. Sindirim kolaylaşır.

Yumurta proteinleri yemekler içerisinde katılaşmayı ve kabartmayı sağlayıcı görev yapar. Yumurta akı 65 °C de, sarısı da 70 °C'de katılaşır ısı derecesi arttıkça katılaşma hızı da artar. Bu nedenle sütlü tatlılarda ve çorbalarda katılaştırıcı olarak kullanılır. Yumurta çırpıldığı zaman yumurta proteinleri denatüre olur. Örneğin Çırpılan yumurtanın içerisine hava kabarcıkları girer ve kullanıldığı besinin hacmini artırır (kekin kabarması gibi).

Sütün katılaşma etkenlerinden biri rennin enziminin aktivitesi, diğeri ise sütün pH sının kazeinin pH'sına düşürülmesidir.

2.8. Bazı Yiyeceklerde Protein Kaybına Neden Olan Pişirme İşlemleri

Monosakkaritlerin -OH grupları, aminoasitlerin NH₂ grupları ile yer değiştirmesiyle amino şeker oluşur. Şekerin aminler ile bu reaksiyonuna maillard reaksiyonu denir ve besin maddelerinin biyolojik değer kaybına neden olur. Çünkü oluşan amino şeker, sindirim enzimleri tarafından ya hiç ya da çok yavaş parçalanır. Örneğin, proteinlerdeki temel aminoasitlerden lizin kendisinden faydalanılamaz şekilde girer.

Aşağıda bazı yiyeceklerde protein kaybına neden olan pişirme işlemleri özetlenmiştir;

- Ø Sütü tatlıların küçük kaseler halinde yüksek sıcaklıktaki fırında pişirilmesi,
- Ø Nohut, fıstık, fındık vb. gibi yiyeceklerin yüksek sıcaklıktaki fırında veya saç üzerinde kavrularak çerez durumuna getirilmesi
- Ø Yufka ve lavaş vb yiyeceklerin sıcak saç üzerinde ince olarak pişirilmesi
- Ø Ekmeğin ince dilimler halinde fırında ve ızgarada kızartılması.
- Ø Çorba ve çocuk maması yaparken unun kuru ısıda önceden sararıncaya kadar kavrulması
- Ø Pirincin pilav ve dolma yaparken önceden kuru ısıda sararıncaya kadar kavrulmasıdır

UYGULAMA FAALİYETİ

Proteinlerin Özelliğinin İncelenmesi

İşlem Basamakları	Öneriler
Albumin çözeltisini hazırlamak için bir yumurta akı alınır. Küçük bir beherde iyice çırpılır. Hacminin 5 katı suyla karıştırılır. İnce gözenekli bir bezden süzülür. Deneylerde kullanılmak için bu çözeltiden alınır.	Yumurta akını sarısında iyice ayırınız. İşlem akışını dikkatli yapınız.
% 10'luk albumin çözeltisi hazırlayınız	Çözeltiyi dikkatli hazırlayınız.
% 1'lik bakır sülfat çözeltisi hazırlayınız.	Çözeltiyi dikkatli hazırlayınız.
% 10'luk sodyum hidroksit çözeltisi hazırlayınız.	Çözeltiyi dikkatli hazırlayınız.
Bir deney tüpünün içerisine % 10' luk albumin çözeltisinden 3 ml koyunuz.	Çözelti miktarını hassas ölçünüz ve deney tüpüne aktarınız.
Üzerine 3 ml % 10'luk NaOH çözeltisi ekleyiniz.	Çözelti miktarını hassas ölçünüz ve aktarınız.
Elde edilen karışıma % 1'lik bakır sülfat çözeltisinden 1-2 damla damlatınız.	Damla sayısına dikkat ediniz.
Oluşacak renk değişimini gözleyiniz ve nedenini arkadaşlarınızla tartışınız.	Gözleminiz sonucu oluşan değişikliği nedenleri ile birlikte bir defterinize kaydediniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ

Uygulama faaliyetlerinde yaptığımız çalışmayı kendiniz ya da arkadaşınızla değişerek değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Araç gereçleri ve analiz ortamını hazırladınız mı?		
% 10'luk albumin çözeltisini neden hazırladığınızı açıklayabiliyor musunuz?		
% 1'lik bakır sülfat çözeltisini neden hazırladığınızı açıklayabiliyor musunuz?		
% 10'luk sodyum hidroksit çözeltisini neden hazırladığınızı açıklayabiliyor musunuz?		
Belirtilen miktarlarda neden çözelti aldığınızı açıklayabiliyor musunuz?		
Renk değişikliğini gözlemleyerek oluşan bu renk değişikliğinin nedenini açıklayabiliyor musunuz?		
İşi size verilen zamanda tamamladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yapılan değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Cevaplarınızın tamamı evet ise faaliyet 2 için hazırlanmış objektif testlere geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. OBJEKTİF TESTLER

- İki aminoasidi birbirine bağlayan bağ hangisidir?
A) Hidrojen bağları
B) Peptid bağları
C) İyonik bağlar
D) Van der Waals bağları
E) Kovalent bağlar
- Yapılarında aminoasitler dışında başka madde bulunmayan proteinler hangisidir?
A) Basit Proteinler
B) Fibröz Proteinler
C) Globüler proteinler
D) Bileşik Proteinler
E) Fosfoproteinler
- Yalnız balık cinslerinde bulunan proteinler hangisidir?
A) Histonlar
B) Lipoproteinler
C) Protaminler
D) Globulinler
E) Glutelinler
- Proteinlerin kek, şekerleme, dondurma, krema vb ürünlerinde özel tekstür oluşturması hangi özelliği ile ilgilidir?
A) Tat koku bağlama özelliği
B) Hamur oluşturma özelliği
C) Ara yüzey oluşturma özelliği
D) Köpürme özelliği
E) Jelleşme özelliği
- Proteinlerin disülfid bağlarının koparak yerine sülfidril bağlarının oluşması hangi olayla ilgilidir?
A) Denatürasyon
B) Koagülasyon
C) jelleşme
D) Köpürme
E) Hamur oluşturma
- Bir proteinin kalitesi aşağıdakilerden hangisi ile ilgilidir?
A) Elzem aminoasitlerin hepsini içermesi ile
B) Yapısında elzem aminoasit içerip içermemesi ile
C) Tat ve koku bağlama özelliği ile
D) Proteinin hamur oluşturma özelliği ile
E) Yapısında yer alan elzem aminoasitlerin bileşimi ve sindirilebilirliğiyle

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Verdiğiniz cevaplarınız doğru ise modül değerlendirmeye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

A. OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

Aşağıdaki soruları uygun şekilde cevaplandırınız

- 1..... Vücut proteinlerinin oluşumu için kaynak yiyeceklerin bileşiminde bulunan dir.
- 2..... Aminoasitlerin net yük, çözünürlük, kimyasal reaktivlik, hidrojen bağlama gücü gibi bazı fizikokimyasal özelliklerikimyasal doğasına bağlıdır
- 3..... Proteinlerin karakteristik üç boyutlu yapılarını oluşumundan hangi yapı sorumludur değildir.?
A) Primer B) Sekonder C) Tersiyer D) Kuarterne E) Polar
4. () Glutelinler bir grup bitkisel globulinlerdir.
5. Hidrolize olduklarında yalnızca α -aminoasitleri ve türevlerini veren proteinler.....
6. Aşağıdakilerden hangisi basit proteinler değildir?
A) Albuminler B) Kromoproteinler C) Prolaminler D) Glutelinler E) Gliadinler
7. Hidroliz edildiklerinde amino asite ek olarak başka maddelerde veren proteinlere denir.
8. Denatürasyon sırasında bağlar korunurlar ancakbağları kırılarak çok sayıdagrubu açığa çıkarılırlar
9. () Proteinler enzimlerin ve pek çok hormonun yapısında bulunurlar.
10. .. () Proteinler vücudun elzem amino asitlere olan gereksinimini karşılar.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ – 1 CEVAP ANAHTARI

1	D
2	A
3	B
4	E
5	B
6	Y (Yanlış)
7	Y (Yanlış)
8	Y (Yanlış)
9	D(Doğru)
10	D(Doğru)

ÖĞRENME FAALİYETİ – 2 CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	C
4	D
5	A
6	E

MODÜL DEĞERLENDİRME ÖLÇME SORULARININ CEVAP ANAHTARI

1	Proteinlerdir
2	R grubunun
3	E
4	Y (Yanlış)
5	Basit Proteinlerdir
6	B
7	Bileşik proteinler
8	Kovalent-disülfid- sülfidril
9	D(Doğru)
10	D(Doğru)

KAYNAKÇA

- Ø BAYSAL Ayşe, **Beslenme**, Altıncı Baskı, Ankara 1996.
- Ø BOYHAN Mehmet, Nazife Hançer, **Biyokimya ve Besin Kimyası**, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul 1987.
- Ø BULDUK Sıdıka, **Gıda Teknolojisi**, İkinci Baskı, Detay Yayıncılık, Ankara 2004.
- Ø COMBA Cemalettin, **Organik Kimya Laboratuvarı**, Devlet Kitapları, Ankara 1999.
- Ø ÇELİK Turan, **ÖSS Biyoloji**, fdd Yayınları, 2006.
- Ø ÇOPUR Utku, **Gıda Teknolojisi**, Devlet Kitapları, İstanbul 2000.
- Ø FENNAMA R.Owen. **Food Chemistry**, Marcel Dekker, New York, 1996.
- Ø KONAR, Atilla, **Gıda Kimyası Ders Notları**, Adana, 1998.
- Ø OKAY Gürol, **Organik Kimya**, Üçüncü Baskı, Biltav Yayınları, Ankara 1990.
- Ø OKAY Gürol, **Organik Kimya**, Üçüncü Baskı, Biltav Yayınları, Ankara 1990.
- Ø ÖKTEMER Atilla, KINAYOĞLU Nebahat, KOCABAŞ Hayrettin, DEMİR İsmail, **Organik Kimya ve Uygulaması**, Dördüncü Baskı, Devlet Kitapları, İstanbul 2001.
- Ø ÖZKAYA Hazım, ŞAHİN Ekin, TÜRKAY İsmet, **Gıda Bilimi ve Teknolojisi**, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 1991.
- Ø SALDAMLI İlbilge, **Gıda Kimyası**, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 1998.
- Ø YÜCECAN Sevinç, Suna Baykan, **Besin Kimyası, Besin Kontrol ve Analizleri**, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul 1981.
- Ø <http://www.kimyaevi.org/dokgoster.asp?dosya=580000005> , 07.06.2006
- Ø http://www.odevsitesi.com/odevler/2005_3/97994-aminoasitler.htm, 07.06.2006
- Ø http://saglik.tnn.net/alternatif_tip.asp?a=11&s=195, 07.06.2006
- Ø <http://www.sakintaekwondo.com/taek-giris/Saglik/beslenme/proteinler.htm>, 07.06.2006
- Ø <http://tr.wikipedia.org/wiki/Protein>, 07.06.2006