

## SİNDİRİM SİSTEMİ SIVILARI

Sindirim sistemi sıvıları tükürük bezleri, mide, pankreas, karaciğer ve bağırsaklar gibi spesifik bez ve organlar tarafından salgılanan sıvılardır. Bunlar tükürük, mide sıvısı, pankreasın ekzokrin salgısı, safra ve ince bağırsak salgılarıdır.

Sindirim sistemi sıvıları değişik elektrolit kompozisyonu ve pH'da olup pek çok proenzim, enzim ve diğer maddeleri içerirler. Sindirim sistemi sıvıları besin maddelerinin sindirimi ve emilimi olaylarına katkıda bulunurlar.

### **Tükürük**

Tükürük, memelilerde parotis, submandibuler ve sublingual olmak üzere üç çift büyük bez ile ağız mukozasının dil, dudak, yanak ve damak kısmında daha küçük bezlerin salgılarının karışımıdır.

Tükürüğün görevi, besinlerin tümünü ıslatmak ve yutma için kaygan bir duruma getirmektir. Ayrıca tükürük içeriğindeki  $\alpha$ -amilaz enzimi nişastanın sindirimini başlatır.

Tükürük salgılanışını fiziksel uyarılar etkiler ki bu uyarıların başta geleni ağızda besin bulunmasıdır. Tatsız yiyecekler genellikle parotis salgısını artırır; tatlı yiyecekler ise her üç çift bezin de salgısını artırır.

Tükürük analizi için numune toplanmasında parafin, yapay uyarıcı olarak kullanılır. Analiz için tükürük örneği elde edilecek hastaya 30-72 saniye süreyle lastik veya parafin mumu çiğnetilir. Tükürüğün akış hızı, insanlarda istirahatte 2,5-110 mL/saat ve mumla uyarı halinde ise 24-248 mL/saattir ki normalde insanlarda günde yaklaşık 1-1,5 litre kadar tükürük salgılanır.

Tükürük miktarını azaltan faktörler stres ve dehidratasyondur. Aşırı kusma ve ishal, ateşli hastalık, diyabet durumlarında dehidratasyon nedeniyle tükürük miktarı azdır.

Tükürük miktarını artıran faktörler sigara içime, ağız ve diş hastalıkları ile toksik madde etkisidir.

Tükürüğün dansitesi 1002-1020 arasında ve donma noktası  $-0,2^{\circ}\text{C}$  ile  $-0,7^{\circ}\text{C}$  arasında değişir. İstirahat halinde insanlarda tükürüğün pH'ı 5,8-7,1 (ortalama 6,7)'dir. Uyarı yapılmışsa tükürüğün pH'ı 7,2-7,6 arasındadır. Açlıkta da tükürük pH'ı değişebilir.

Tükürüğün bileşimi %99,5 su, %0,17 inorganik maddeler ve %0,33 organik maddelerden oluşmuştur. Hormonlar tükürüğün miktarını etkilememekle birlikte bileşimini etkilerler. Adrenal steroidler tükürük bezi kanallarından sodyumun geri emilimini potasyumun atılımını artırır. Hiperaldosteronizmde tükürüğün sodyum içeriği azalır ve potasyum içeriği artar.

Tükürükte bulunan inorganik maddeler 20-60 mEq/L  $\text{Na}^+$ , 13-16 mEq/L  $\text{K}^+$ , %6-20 mg  $\text{Ca}^{2+}$ , 20-40 mEq/L  $\text{Cl}^-$  ve 10-20 mEq/L  $\text{HCO}_3^-$  tır. İnsanda tükürükte en çok bulunan inorganik iyonlar  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonlarıdır; bunların tükürükteki konsantrasyonları, tükürüğün akış hızı ile artar. Tükürükteki  $\text{K}^+$  konsantrasyonu ise tükürüğün akış hızı ile değişmez..

Tükürükteki total fosforun %90'ını inorganik fosfat oluşturur; geri kalanı heksoz fosfat, fosfolipid, nükleoprotein şeklinde bulunur.

Tükürükte bulunan organik maddeler müsin, enzimler, immüoglobülinler, glukoz, üre, laktat, vitaminler, vb. maddelerdir. Uyarılmış insan tükürüğünde total azot 0,90 g/L ve protein azotu 0,64 g/L, protein konsantrasyonu 3 g/L kadardır. Elektroforetik çalışmalar müsin olmayan

proteinin %43  $\beta$ -globülin, %18  $\gamma$ -globülin, %18 lizozim, %11  $\alpha$ -globülin ve %8 albümin olduğunu göstermiştir. Müsin, tükürükte 2,7 g/L kadar bulunur; tükürüğün yapışkanlığından sorumludur; önemli ölçüde sublingual ve submandibuler bezler tarafından salgılanır.

Tükürükte bulunan lizozimler ve diğer antibakteriyel maddeler, tükürüğün antibakteriyel etkisi için önemlidirler.

$\alpha$ -amilaz enzimi tükürüğün sindirimde rol oynayan enzimdir; başlıca parotis bezinden gelir.  $\alpha$ -amilaz enzimi, glikojen ve nişastayı NaCl varlığında dekstrinlere ve maltoza hidrolize eder. Parotis bezinin aynı zamanda bir lipaz da salgıladığına inanılır; ancak bunun aktivitesi düşük ve sindirimdeki önemi tartışmalıdır. Tükürükte bulunabilen asit fosfatazlar ve alkali fosfatazlar hücrelerden kaynaklanırlar; üreaz, çeşitli proteinazlar, dekarboksilazlar ve deaminazlar ise olasılıkla bakterilerden kaynaklanırlar.

Tükürükte çoğu amino asitler, düşük ve değişebilen konsantrasyonlarda bulunurlar. Tükürükte amonyak, kreatinin, ürik asit ve üre de bulunur; ancak önemleri bilinmemektedir.

### **Mide sıvısı**

Mide sıvısı gastrik mukozada meydana gelen salgıların bir karışımıdır. İnsanlarda mide sıvısının pH'ı 1,1-1,8 arasındadır. Mide sıvısının pH'ı, aşilia diye tanımlanan asidite yokluğunda ve pernisiyöz anemide yüksektir, hiperasiditede ise düşüktür.

Aç ve uyarılmış halde mide sıvısının dansitesi insanlarda 1004-1010 kadardır.

Erişkin bir insanda, normal yemek ve açlık periyotlarını içeren 24 saatte 2-3 litre mide sıvısı salgılanır. Mide sıvısının salgılanma hızı, yaşlanma ile azalır.

Mide sıvısının bileşiminde %97-98 oranında su bulunur. Geri kalanı inorganik maddeler ve organik maddelerdir.

Mide sıvısında bulunan inorganik maddelerden anyonların başlıcaları klorür, bikarbonat, fosfat ve sülfattır. Mide sıvısında bulunan katyonlar da  $H^+$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  ve  $Mg^{2+}$  dur. *Kusma yoluyla fazla miktarda mide sıvısı kaybedildiğinde alkaloz ve hipopotasemi oluşur.*

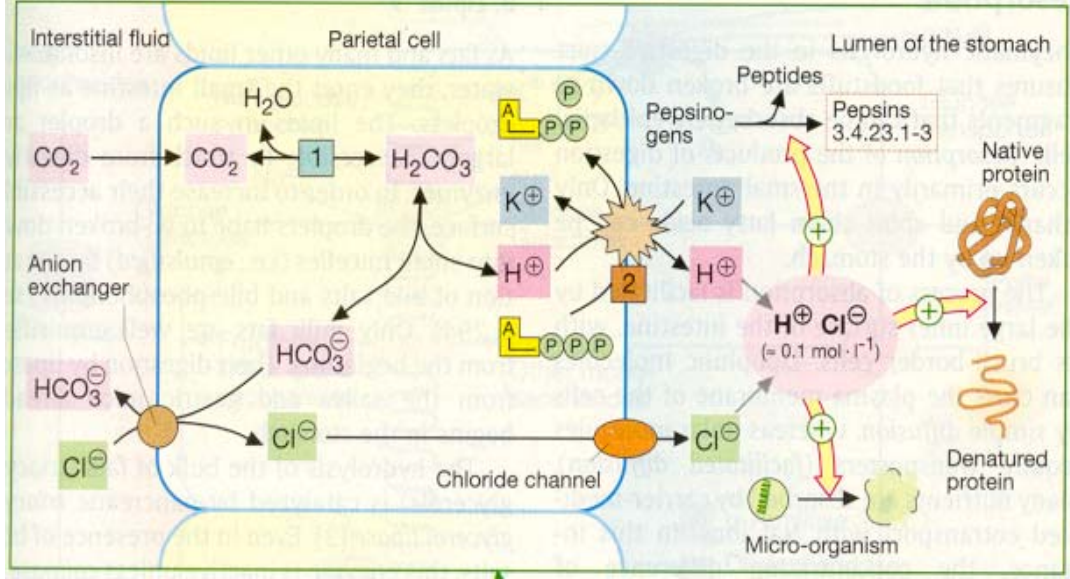
Mide sıvısında bulunan organik maddelerden büyük moleküllü olanlar mukus, pepsin, intrinsik faktör, gastrik lipaz, nükleazlar, rennin (kimozin), az miktarda lizozim, LDH, üreaz ve karbonik anhidraz vb. maddelerdir. *Gastrik lipaz, pH 2-7 arasında aktivite gösterir; kısa ve orta zincirli yağ asitlerini ayırır. Rennin (kimozin), bebeklerin midesinde bulunur; sütteki kazeini çöktürerek midede daha uzun süre kalmasını ve pepsin tarafından katalitik parçalanmaya uğramasını sağlar.* Mide sıvısında NPN-bileşikleri ve laktik asit gibi küçük moleküllü organik maddeler de bulunur.

Yemek borusunun mideye açıldığı yerdeki kardiyak bezler ve mide çıkışında yer alan pilorik bezler tarafından devamlı olarak mukus salgılanır. Mukus, büyük miktarda mukoprotein ve polisakkarit kısmı üronik asitler, heksozlar ile heksozaminlerden oluşan mukopolisakkaritleri içerir. Mukus, mide duvarını ince bir tabaka halinde kaplar ve mideyi pepsin,  $H^+$  ve irritan maddelere karşı korur. Mukustaki üç mukoprotein, intrinsik faktör aktivitesine sahiptirler.

Intrinsik faktör molekül ağırlığı 40-60 bin civarında olan bir proteindir; vitamin  $B_{12}$ 'nin emilmesinde önemli rol oynar. Intrinsik faktör esas olarak paryetal hücreler içinde bulunur.

Midenin kardiya ve fundus kısmında yer alan bezler paryetal hücreler ve nonparyetal hücreler olmak üzere iki tip hücreden oluşurlar.

Midenin paryetal hücrelerinden HCl salgılanır:



*Yemeklerden sonra kana geçen  $HCO_3^-$  miktarı artar ve dolayısıyla alkalozaya eğilim görülür.*

Mide sıvısının asit içeriği, proteinlerin büyük bir kısmını denatüre ederek enzimlerin proteinlere etkisini ve böylece proteinlerin sindirimini kolaylaştırır. Ayrıca konsantre HCl birçok mikroorganizmayı öldürür.

HCl salgılanışına etki eden faktörler intrinsik faktör salgılanışını da etkilerler. İntrinsik faktör ve vitamin B<sub>12</sub> pH<3'te bir kompleks oluştururlar ve bu kompleks de bağırsaklarda vitamin B<sub>12</sub> emilimini sağlayan reseptörlere bağlanır. *Paryetal hücre yokluğunda intrinsik faktör ve HCl salgılanamaz. Vitamin B<sub>12</sub>'nin emilememesi nedeniyle pernisiyöz anemi ortaya çıkar ve persiniyöz anemiye aklorhidri eşlik eder.*

Midenin kardiya ve fundus kısmında yer alan bezlerin esas hücrelerinden (nonpariyetal hücreler), pepsinin zimojeni olan pepsinojeni salgılanır. Pepsinojen, midenin asit ortamında H<sup>+</sup> iyonları etkisiyle ve ortamda az miktarda bulunan pepsin etkisiyle otokatalitik olarak aktiflenir ve böylece midede en önemli proteolitik enzim olan pepsin oluşur. *Pepsinojen, pepsin haline dönüştükten sonra proteinlerin sindiriminde rol alır. Mide duvarı mukus tarafından kaplanmış olduğundan midenin kendisinin pepsin tarafından sindirimi önlenmiştir.* Gerek pepsinojen gerekse pepsin kanda, idrarda ve doku sıvılarında da az miktarda bulunurlar.

Bebeklerin ve genç hayvanların mide sıvısında bulunan prorennin de rennin haline dönüştükten sonra sütteki kalsiyum kazeinatı çöktürücü etki yapar.

#### Midenin sekresyonunu etkileyen faktörler

- 1) Asetilkolin, Ca<sup>2+</sup> üzerinden etkiyle H<sup>+</sup> ve dolayısıyla HCl salgılanmasını artırır. Asetilkolinin etkisi, atropin tarafından inhibe edilir.
- 2) Gastrin de Ca<sup>2+</sup> üzerinden etkiyle H<sup>+</sup> ve dolayısıyla HCl salgılanmasını artırır. Gastrin, aynı zamanda pepsinojen salgılanmasını da artırır.
- 3) Kalsiyum, H<sup>+</sup> iyonuna karşı hücre permeabilitesini artırır. Hipokalsemi ve %18 mg'ın üzerindeki hiperkalsemi mide sekresyonu inhibe olur.
- 4) Histamin, cAMP üzerinden etkiyle H<sup>+</sup> ve dolayısıyla HCl salgılanmasını artırır. Histamin etkisi, simetidin gibi H<sub>2</sub> reseptör blokerleriyle inhibe olur.

*cAMP, H<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPaz pompasının aktivitesini artırarak paryetal hücre dışına H<sup>+</sup> pompalanmasını artırır. cAMP, ayrıca karbonik anhidraz izoenzimlerinin aktivitelerinin düşük olanlarının aktivitelerini artırarak H<sup>+</sup> oluşumuna katkıda bulunur.*

5) Sekretin, pepsinojen salgılanışını artırır, HCl salgılanışını azaltır.

### Sonda ile alınan mide sıvısının incelenmesi

Sonda ile alınan mide sıvısının rengi, kokusu ve fraksiyonlarının asiditesi incelenir.

**Mide sıvısının rengi:** Mide sıvısı normalde renksizdir. Mide içine kanama durumunda hemoglobinin asit ortamda hematine çevrilmesi nedeniyle mide sıvısının rengi kahverengi olur. Sondanın travmasına bağlı kanama veya ülseratif kanamanın hemen ardından alınan örnekte taze kan da görülebilir.

**Mide sıvısının kokusu:** Mide sıvısı içerdiği fazla miktarda HCl nedeniyle karakteristik keskin kokuludur. Aklorhidride bu koku hissedilmez. Pilor stenozunda fermentasyona has ekşi koku hissedilir. Bağırsak tıkanmalarında, peritonitlerin son evresinde, paralitik ileuslarda ve gastrokolik fistüllerde fekal bir koku vardır.

**Gastrik rezidü:** 12 saatlik açlıktan sonra mideden aspire edilen sıvı gastrik rezidü olarak tanımlanır. Gastrik rezidü normalde 50-100 mL kadardır. Gastrik rezidünün arttığı durumlar şunlardır: 1) Pilor stenozu. *Midenin boşalması gecikmiştir.* 2) Zollinger-Ellison sendromu. *Gastrin salıverilişi artmıştır.* 3) Duodenum ülserleri. 4) İnce bağırsaktan mideye rejurjitasyon. *Gastroektomi ve gastroenterostomi geçirenlerde fazladır. Rejurjitasyon sıvısında safra ve bilirubin bulunur.*

**Bazal asit sekresyonu (BAO):** Açlık durumunda 1 saat süreyle aspire edilen mide sıvısındaki (bazal sekresyon) asit miktarıdır.

*Gastrik rezidüde ve bazal sekresyonda asidite tayini, serbest HCl ve total asidite için yapılır.*

*Mide sıvısında serbest HCl tayini için, belli volümdeki mide sıvısı örneği pH 3,5'e gelinceye kadar 0,1 mM NaOH ile titre edilir.*

$$\text{Serbest HCl (mM)} = \frac{\text{NaOH (mL)} \times 0,1 \times 1000}{\text{Örnek volümü (mL)}}$$

$$\text{Serbest HCl (mmol/saat)} = \frac{\text{Serbest HCl (mM)} \times \text{Örnek volümü (mL)}}{1000} \times \frac{60}{\text{süre (dakika)}}$$

*Mide sıvısında total asidite tayini için, belli volümdeki mide sıvısı örneği pH 7,5'e gelinceye kadar 0,1 mM NaOH ile titre edilir. Serbest HCl'nin hesaplandığı gibi total asidite hesaplanır.*

*Total asidite ile serbest HCl arasındaki fark, bağlı asidite veya iyonize olmamış asiditedir.*

Vagotomi ameliyatının başarılı olup olmadığını kontrol için, ameliyattan sonraki 3-6 aylar arasında **Hollander'in insülin testi** yapılır. 0,2 Ü/kg insülin enjeksiyonundan sonra 15'er dakikalık aralıklarla iki saat süreyle mide sıvısı aspire edilir. En az iki örnekte asidite bazal düzeye göre bazal sekresyonu asit olmayanlarda 10 mEq/L ve bazal sekresyonu asit olanlarda 20 mEq/L artarsa vagus sağlam, vagotomi başarısızdır.

**Maksimal asit sekresyonu (MAO):** 0,04 mg/kg histamin asit fosfat veya 6 µg/kg pentagastrinin subkutan (SC) enjeksiyonundan sonra 1 saat içinde salgılanan mide sıvısının asiditesidir.

Bazal asit sekresyonu (BAO) ve maksimal asit sekresyonu (MAO) çeşitli patolojilerde değişmektedir:

	<b>BAO</b> <b>(mEq/L)</b>	<b>MAO</b> <b>(mEq/L)</b>
Normal	0-5	6-40
Mide ülseri	0-3	1-20
Duodenum ülseri	2-10	15-60
Zollinger-Ellison Sendromu	10-30	30-80
Pernisiyöz anemi	0	0-10

**Postprandial asit sekresyonu:** Bazı çalışmalar için tayin edilir.

Mide sekresyonunun tübajsız incelenmesi için testler

1) Kanda pepsinojen ölçümü yapılır.

2) İdrada üropepsinojen ölçümü yapılır.

3) Hastaya ağızdan azur boyası gibi boyar madde içeren iyon değiştirici reçine verilir ve idrarda renk değişikliği incelenir. *H<sup>+</sup> reçineye bağlanır ve azur boyası serbestleşir. Emilen serbest azur boyası idrarla dışarı atılır ve idrarı boyar. Pernisiyöz anemide idrarda hemen hemen hiç renklenme olmaz.*

### **Pankreasın ekzokrin salgısı**

Pankreastan sindirim kanalına günde 17-20 mL/kg miktarında ekzokrin salgı salgılanır. Pankreasın ekzokrin salgısının salgılanması ve bu salgının bileşimi bireyin sağlık durumuna, son yemekten sonra geçen süreye ve bir uyarıcı alınıp alınmadığına bağlı olarak büyük değişiklikler gösterir. Pankreasın ekzokrin salgı yapması besinler, su, sabunlar, histamin, nitritler, asitler, asetilkolin, kolin, pilokarpin ve karbamoilkolin tarafından uyarılır. Çeşitli uyarılar ya su ve elektrolitlerin salgılanmasını artırır ya da enzimlerin ve zimojenlerin salgılanmasını artırır; bazı uyarılarla ise iki etki yan yana oluşur. *Pankreasın ekzokrin salgısında enzim salgısını artıran uyarılara ekbolik uyarılar veya trofik uyarılar denir.*

Olağan bir yemek ve uyuma periyodunda bir günde pankreastan salgılanan ekzokrin salgının hacmi insanlarda 17-20 mL/kg kadardır. Açlık halinde pankreastan devamlı bir ekzokrin salgı salgılanışı olur ki bunun miktarı insanda 36 mL/saattir. Pankreas sıvısının salgılanmasını sıcak azaltır soğuk ise artırır.

Pankreasın ekzokrin salgısı normalde renksiz, kokusuz, NaHCO<sub>3</sub> tadında ve düşük viskoziteli bir sıvıdır. Aç ve uyarılmış halde pankreasın ekzokrin salgısının dansitesi insanlarda 1007-1015 arasındadır. Pankreasın ekzokrin salgısının pH'ı insanlarda 7,0-8,5 arasındadır.

Pankreasın ekzokrin salgısında en çok bulunan inorganik iyonlar Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> ve HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> iyonlarıdır; ayrıca potasyum, kalsiyum, magnezyum, çinko, fosfat, sülfat iyonları bulunur. Pankreasın ekzokrin salgısında Cl<sup>-</sup> ve HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> iyonlarının molar konsantrasyonlarının toplamı sabittir; uyarı ile salgı hızının artması, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> iyonlarının artmasına Cl<sup>-</sup> iyonlarının ise azalmasına neden olur. Pankreasın ekzokrin salgısındaki sodyum, potasyum ve kalsiyum konsantrasyonları salgı hızından bağımsızdır.

Pankreasın ekzokrin salgısındaki organik maddelerin büyük kısmını enzimler ve zimojenleri oluşturur; az kısmını da albümin ve globülinler oluşturur. Trofik uyarılar yani pankreasın ekzokrin salgısında enzim salgısını artıran uyarılar uygulandığında pankreasın ekzokrin salgısında protein konsantrasyonu artar. Pankreasın ekzokrin salgısında NPN cisimcikleri salgılanması ise salgı hızından bağımsızdır.

Pankreasın ekzokrin salgısında en çok bulunan enzimler protein sindiriminde görevli tripsin, kimotripsin ve karboksipeptidazlardır ki bunlar taze salgıda zimojenleri halinde bulunurlar. Çeşitli hayvanların pankreas salgılarında kolinesteraz, psödokolinesteraz, elastaz, RNAz, DNAz,  $\beta$ -glikozidaz,  $\beta$ -galaktozidaz, lipaz, fosfolipaz A, kolesterol esteraz ve  $\alpha$ -amilaz da bulunmuştur. Memelilerin pankreas sıvısı yüksek amilolitik ve lipolitik aktivite gösterir, ancak sığırların pankreas sıvısında istisna olarak her iki aktivite de düşüktür.

Bazal şartlarda pankreasın ekzokrin salgısında elektrolit ve enzim miktarı çok azdır. Mideden gelen kimus etkisiyle duodenum lümeninde pH 4,5' in altına düşünce S hücrelerinden sekretin salgılanır. Sekretin de pankreastan elektrolitçe zengin sıvı salgılanmasını uyarır.

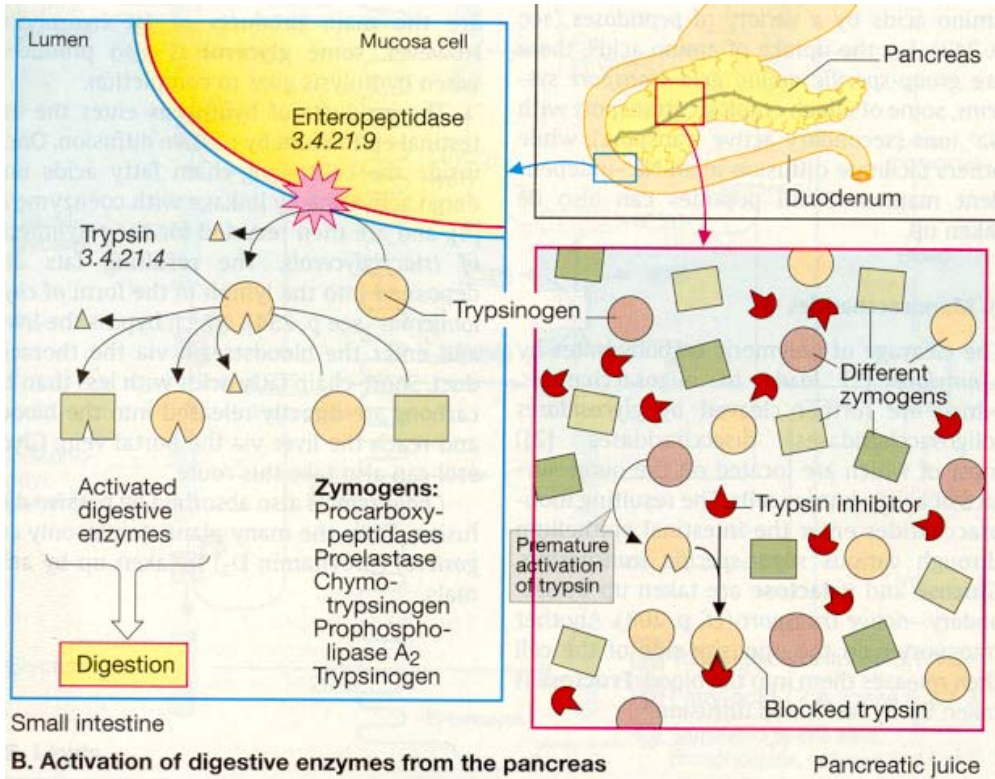
Kimus içinde bulunan yağ asitleri, monoaçil gliseroller, peptonlar, peptitler ve kalsiyum iyonu, ince bağırsaktaki I hücrelerini uyararak kolesistokinin salgılatırlar. Kolesistokinin de pankreastan enzimce zengin sıvı salgılanmasını uyarır.

Somatostadin, enteroglukagon ve pankreatik polipeptit pankreasın ekzokrin salgısını inhibe ederler.

### Pankreastan salgılanan enzimler

Pankreasın ekzokrin salgısında protein, karbonhidrat, lipid ve nükleik asitlerin sindiriminde görevli enzimlerin inaktif prekürsörleri (proenzimler veya zimojenler) bulunur. Bu zimojenlerin en önemlisi tripsinojendir.

**Tripsinojen**, enteropeptidaz etkisiyle aktif tripsin şekline dönüştürülür:



*Tripsin, bir endopeptidazdır; bazik amino asitler olan arjinin ve lizinin oluşturduğu peptit bağlarına saldırır.*

**Kimotripsinojen**, tripsin etkisiyle aktif  $\alpha$ -kimotripsin haline dönüştürülür.  $\alpha$ -kimotripsinin aktif merkezi serin 195'dir ve buna histidin 57 ile aspartat 102 yardımcı olur.

**Proelastin**, tripsin etkisiyle aktif elastin haline dönüştürülür. Elastaz, elastini parçalar.

**Prokarboksipeptidaz A ve B**, tripsin etkisiyle aktif şekilleri olan karboksipeptidaz A ve B'ye dönüşürler. Ekzopeptidazdırlar; oligopeptitlerin karboksil ucuna saldırırlar. Dipeptitleri de parçalayabilirler.

**$\alpha$ -amilaz**, Glikojen ve nişastanın sindiriminde görevli enzimdir. Etkisiyle dekstrin denilen oligomerler oluşur.  $\alpha$ -amilazın etkilediği en küçük birim trisakkarittir.  $\alpha$ -amilazın etkisiyle son ürün olarak maltoz + glukoz veya izomaltoz + glukoz oluşur.

**Kolipaz**, misellerin iç yüzüne bağlanır ve lipazın yüksek affinite ile bağlanabileceği bir yer oluşturur.

**Lipaz**, kolipazla 1/1 oranında bağlanır ve yağ damlacıklarını hidroliz eder.

**Fosfolipaz A**, fosfolipidlerden yağ asitlerini ayırır.

**Kolesterol esteraz**, kolesterol esterlerini parçalar.

**Nükleazlar**, nükleik asitleri parçalarlar.

## **Safra**

Safra, karaciğerden günde yaklaşık 1-2 litre kadar ve devamlı olarak salgılanan sıvıdır. Hepatik safra salgılanması, sinirsel kontrol altında değildir. **Koleretik maddeler** diye tanımlanan sekretin ve safra tuzları gibi maddeler safra salgılanmasını artırırlar. Karaciğerden salgılanan safra hepatic kanala boşalır ve safra kesesinde depo edilir. Safra kesesinin duvarı safranın suyunu absorbe ederek safrayı konsantre hale getirir ve böylece karaciğerin safra salgısı için daha fazla yer sağlar. Safra kesesi aynı zamanda  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$  ve diğer iyonları da absorbe eder; bu suretle safra ilk haline göre en az dört defa konsantre edilmiş olur. *Hepatik safranın yoğunluğu 1010 ve kese safrasının yoğunluğu 1040 kadardır.*

Safra normalde berrak, altın sarısı veya kahverengimsi sarı renklidir, bazen zeytin yeşili de olabilir; lezzeti acı ve reaksiyonu alkalidir. Karaciğer safrası ile kese safrasının bileşimi farklıdır:

1) Karaciğer safrası %97-98 oranında, kese safrası ise %85 oranında su içerir.

2) Katı maddeler karaciğer safrasında %2-3 oranında, kese safrasında ise %10-15 oranındadır.

Safrada bulunan inorganik maddeler  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , fosfat ve sülfattır ki sekretin, safradaki  $\text{HCO}_3^-$  miktarını artırır.

Safrada bulunan organik maddeler safra asitleri, müsin, bilirubin, ester kolesterol, lesitin, esterleşmiş veya serbest yağ asitleri ile alkalin fosfataz gibi bazı enzimlerdir. Safra içerdiği safra asitleriyle ince bağırsakta yağların misel oluşmasına katkıda bulunmaktadır.

3) pH, karaciğer safrasında 8,0-8,6 arasında, kese safrasında ise 6-8 arasındadır. Safra bağırsağa boşalarak bağırsak ortamının pH'ını alkali tarafa kaydırmakta ve böylece sindirim enzimleri için optimum pH ortamı oluşmasını sağlamaktadır.

4) Karaciğer safrası sarı renkli, kese safrası ise yeşil renklidir.

Sindirim sırasında safra kesesi kasılır ve safra koledok kanalı yoluyla ince bağırsağa boşaltılır. Safra kesesi sinirsel, hormonal ve besinsel kontrol altında kasılmaktadır. Sinirsel kontrolle kesenin çok az kas iplikleri kontraksiyon yapar ve aynı zamanda oddi sfinkteri kendiliğinden açılır. Hormonal kontrolü sekretine çok benzeyen kolesistokinin sağlar; kolesistokinin, safra kesesi kasılmasını uyarır; somatostatin ise safra kesesi kasılmasını engeller. Yağlı besinler safra boşaltımı için hormondan daha güçlü uyarıcıdır.

### ***İnce bağırsak salgısı***

İnce bağırsak salgısı bağırsak mukoza hücrelerinden salgılanan sıvıdır; çeşitli sindirim enzimleri içerir.

İnce bağırsaklarda sindirimden sorumlu enzimlerin bir kısmı intestinal hücrelerden bağırsak lümenine salgılandıkları halde bazı enzimler intestinal epitel hücre sitozolünde veya membranda bulunurlar.

İnce bağırsak mukoza hücrelerinden ince bağırsak lümenine salgılanan enzimler enteropeptidazlar (enterokinazlar) ve fosfatazlardır.

İnce bağırsak mukoza hücresi membranlarında veya sitozolünde bulunan enzimler aminopeptidazlar, dipeptidazlar, izomaltaz, maltaz, sakkaraz, laktaz, lipaz, nükleaz, nükleotidaz, nükleozidaz, fosfatidil kolin esteraz gibi enzimlerdir.