

## Poglavlje 2

# Sistem organa za varenje: fabrika za preradu hrane koja radi non-stop

.....

### *U ovom poglavlju*

- ▶ Upoznavanje sa organima za varenje
  - ▶ Put hrane kroz telo
  - ▶ Apsorbovanje hranljivih sastojaka i njihovo raznošenje kroz telo
- .....

**K**ada vidite (ili namirišete) nešto ukusno, organi za varenje kreću u akciju. U ustima počinje da vam se luči pljuvačka. Želudac se grči. Crevne i želudačne žlezde izlučuju hemikalije koje pretvaraju hranu u hranljive sastojke neophodne za izgradnju novih tkiva i stvaranje energije za svaki dan, mesec, godinu.

U ovom poglavlju upoznajete svoj sistem organa za varenje i saznajete kako telo uspeva da svari različite vrste unesene hrane, sve vreme izdvaajući hranljive sastojke koji su vam potrebni da biste „ostali u sedlu“.

### *Predstavljanje sistema organa za varenje*

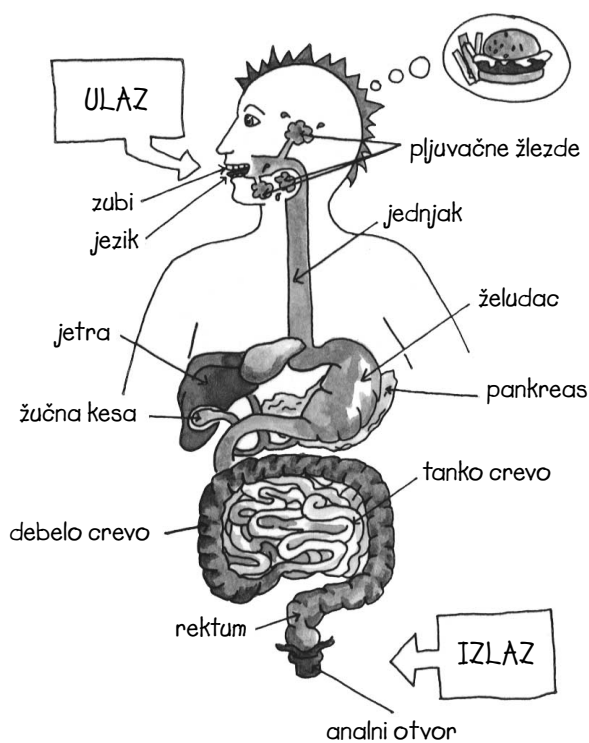
Sistem organa za varenje možda nikada neće osvojiti Oskara ili Nobelovu nagradu, ali sigurno zaslužuje aplauz zbog sposobnosti da složenu hranu pretvori u osnovne hranljive komponente. Za to nisu potrebne hiljade organa za varenje (kako ste možda pomislili) već samo njih nekoliko, specijalizovanih za određene uloge u dvodelnom procesu. Nastavite da čitate.

## Organi za varenje

Iako izvanredno dobro organizovan, sistem organa za varenje je u osnovi jedna duga cev koja počinje ustima na koju se nadovezuje grlo, zatim jednjak što vodi do želuca, odakle se nastavlja dvanaestopalačnim, onda i tankim crevom i debelim crevom – završnica je analni otvor.

U ovim organima, pomoću jetre, pankreasa i žučne keske, upotrebljivi (svarljivi) delovi onog što ste pojeli pretvaraju se u prosta jedinjenja koje vaše telo može lako da apsorbuje i iskoristi za sagorevanje energije i za izgradnju novih tkiva. Nesvarljivi ostaci se odstranjuju kao otpadne materije.

Slika 2-1 pokazuje delove tela i organe koji čine sistem za varenje.



**Slika 2-1:**  
Sistem organa  
za varenje u  
punom sjaju.

## Sistem organa za varenje

## Varenje: dvodelni proces

Varenje je dvodelni proces – jednim delom mehanički, drugim hemijski.

- ✓ *Mehanički deo varenja* odvija se u ustima i želucu. Zubi sitne hranu na male delove, da se ne biste zadavili dok je gutate. Hrana se bućka i dodatno sitni u želucu.
- ✓ *Hemijski deo varenja* obavlja se u svakom delu sistema za varenje u kome enzimi i druge supstance poput *hlorovodonične kiseline* (luče je želudačne žlezde) i *žuč* (luči je žučna keska) razlažu hranu i oslobađaju hranljive sastojke.

## Kako telo vari hranu

Svaki organ u sistemu za varenje igra posebnu ulogu u drami koja se zove varenje. Ali prvi čin se odigrava na dva mesta koja se nikada ne navode kao delovi sistema za varenje: u očima u nosu.

### Oči i nos

Kada vidite hranu koja budi apetit, vaš doživljaj će usloviti telesnu reakciju (u poglavlju 14 možete saznati kako sistem za varenje može uslovno da reaguje na hranu, dok u poglavlju 15 istražujemo zašto nam se neka jela više sviđaju). Drugim rečima, vaše misli – Ova pica izgleda fenomenalno! – stimulišu vaš mozak da saopšti sistemu za varenje da se spremi za akciju.

Ono što se odigrava u nosu je čisto fizički proces. Uznemirujuća aroma dobre hrane prenosi se molekulima s površine hrane kroz vazduh i dospeva do membrane koja prekriva nozdrve i stimuliše ćelije receptore na nervnim vlaknima čula mirisa; oni dalje prenose signal do mozga. Kada receptori uspostave komunikaciju s mozgom – Obrati pažnju, ova pica fantastično miriše! – mozak šalje pobuđujuću poruku ustima i sistemu organa za varenje.

I oči i nos poručuju isto: „Neka krene pljuvačka. Pripremite se, želudačne žlezde. Upozorite tanko crevo. „Drugim rečima, pogled na hranu i njen miris pune usta pljuvačkom i grče želudac u kome je glad već izazvala karakterističnu mučninu.

Ali sačekajte! Šta ako vam se ne sviđi ovo što vidite ili mirišete? Neke ljude sama pomisao na viršlu natera da podrignu – ili da jednostavno napuste prostoriju. U tom slučaju vas štiti posebnim oružjem: doživljavate *reakciju odbacivanja* – kao kada date bebama nešto što ima kiseo ili gorak

okus. Usta vam se skupljaju, nos se nabira, a sve u cilju da hranu (i njen miris) zadrže što je dalje moguće. Grlo se sužava, a želudac počinje da se *uvija* – mišići se grče na čudan način, pripremajući želudac za povraćanje neželjene hrane. To vam sigurno nisu najlepší trenuci života.

Pretpostavimo da vam se ono što je na vašem tanjiru dopada. Samo napred. Zagrizite.

### Usta

Kada podignete viljušku do usta, zubi i pljuvačne žlezde odmah prelaze u akciju. Zubi počinju da žvaću i melju hranu, pretvarajući je u male, lako upotrebljive delove. Rezultat:

- ✓ Možete da gutate bez davljenja.
- ✓ Razvrstavate nesvarljive opne vlakana koje okružuju jestive delove neke vrste hrane (voće, povrće, integralne žitarice) tako da enzimi koji učestvuju u varenju mogu dopreti do hranljivih sastojaka.

Istovremeno, pljuvačne žlezde (ispod jezika i u dubini usne duplje) počinju da luče vodenkastu tečnost – *pljuvačku* – koja obavlja dve važne funkcije:

- ✓ Vlaži i zgušnjava hranu da bi jezik mogao da je gura prema donjem delu usta, odakle je gutate kako bi skliznula niz *grlo* (jednjak) u želudac.
- ✓ Stvara *amilaze*, enzime koji otpočinju proces varenja složenih ugljenih hidrata (skroba) tako što ih razlažu na proste šećere. (Proteini i masti se vare u drugim delovima sistema za varenje.)

### Želudac

Kada biste mogli da osmotrite čitav sistem za varenje, videli biste da veći deo izgleda kao jednostavna, uska cev. Izuzetak je želudac, vrećasti organ tik ispod jednjaka.

Kao i većina organa za varenje, želudac je okružen jakim mišićima čije ritmične kontrakcije – *peristaltika* – žustro mešaju hranu, tako da želudac podseća na „super secka“, uređaj koji mehanički razlaže komade hrane u komadiće. Tokom tog procesa žlezde koje se nalaze u zidu želuca luče *želudačne sokove* – moćnu smesu enzima, hlorovodonične kiseline i sluzi.

Jedan od želudačnih enzima – želudačni alkohol dehidrogenaza – vari male količine alkohola, neobičnu materiju koja može dospeti u krvotok čak i pre nego što je svarite. Više o varenju alkohola, uključujući objašnjenje zašto muškarci mogu da popiju više nego žene, a da se ne napiju, naći ćete u poglavlju 9.

Drugi enzimi, zajedno sa želudačnim sokovima, počinju varenje proteina i masti, razlažući ih na osnovne komponente – amino-kiseline i masne kiseline.

Stop! Ukoliko prvi put čujete za amino-kiseline i masne kiseline, a imate neodoljivu potrebu da saznate nešto više o njima, skoknite do poglavlja 6 i 7, u kojima su detaljno opisane.

Stop, još jednom!! Prilikom varenja ugljenih hidrata, čućete i krčanje – to želudac privremeno zadržava hranu i sputava njeno varenje, jer su njegovi sokovi toliko jaki i kiseli da uspevaju da deaktiviraju amilaze, enzime koji razlažu složene ugljene hidrate na proste šećere. Ali i želudačna kiselina može da raskine neke ugljeno-hidratne veze, pa se varenje ipak delimično obavlja.

Napred! Konačno, vaš bučkavi želudac melje hranu u gustu, supastu masu koja se zove *probavna kaša* (engl. *chyme*, od grčke reči *cheymos*, što znači sok). Kada se mala količina te kaše prelije iz želuca u tanko crevo, ugljeni hidrati počinju detaljno da se vare, a telo izdvaja hranljive sastojke.

### Pretvaranje skroba u šećere

Enzimi pljuvačke neće taknuti proteine i masti, ali odmah se bacaju na složene ugljene hidrate, razlažući duge molekularne lance skroba na pojedinačne jedinice šećera. To možete i sami proveriti pomoću jednostavnog eksperimenta koji omogućava da iskusite razlaganje skroba na proste šećere.

**1. Stavite komadić običnog, neslanog kreker na jezik. Bez sira i paštete – čist kreker, molim.**

**2. Zatvorite usta i ostavite kreker da odstoji na jeziku nekoliko minuta.**

Da li osećate iznenadnu, blagu slatkoću? To enzimi pljuvačke razlažu dugačak, složen molekul skroba na sastavne delove (šećere).

**3. U redu, sad možete da progutate. Skrob nastavlja da se vari niže, u tankom crevu.**

## Tanko crevo

Raširite šaku i postavite je naspram pupka; palac usmerite nagore, a mali prst nadole.

Šaka vam pokriva veći deo relativno malog prostora u kome se nalazi vaše 6 metara dugo tanko crevo (6 metara?! Malo li je?) uredno uvijeno. Kada se svarena hrana iz želuca prelije u ovaj deo sistema za varenje, oslobađa se čitav novi kompleks sokova za varenje. Tu spadaju:

- ✓ *Pankreasni i crevni enzimi* koji dovršavaju varenje proteina pretvarajući ih u amino-kiseline.
- ✓ *Žuč*, zelenkasta tečnost (stvara se u jetri, skladišti se u žučnoj kesii) koja omogućava mešanje masti i vode.
- ✓ *Bazni pankreasni sok* koji umanjuje kiselost probavne kaše, tako da amilaze (enzimi koji razlažu ugljene hidrate) mogu ponovo da se bace na posao i razlože složene ugljene hidrate na proste šećere.
- ✓ *Crevni enzim alkohol dehidrogenaza* koji vari alkohol pre nego što se apsorbuje u krvotok.

Dok pomenute hemikalije rade svoj posao, peristaltičke kontrakcije tankog creva nastavljaju da guraju smesu hrane niže kroz ostatak sistema za varenje kako bi telo moglo da apsorbuje šećere, amino-kiseline, masne kiseline, vitamine i minerale kroz ćelije u zidu creva.



Površina unutrašnjosti tankog creva sastoji se od niza nabora prekrivenih izbočinama koje nalikuju prstu ili sitnim bradavicama. Stručni naziv za te crevne izrasline je *resice*. Resice su pokrivenne manjim izbočinama koje se zovu *mikroresice*, a svaka resica i mikroresica je predodređena da prihvati samo određenu vrstu hranljivih sastojaka – i nijednu drugu.

Hranljivi sastojci se ne apsorbuju u skladu s vremenom pristizanja u crevo, već prema brzini razlaganja na proste sastojke.

- ✓ Ugljeni hidrati – koji se brzo razlažu na proste jedinice šećera – apsorbuju se prvi.
- ✓ Proteini (kao amino-kiseline) su sledeći.
- ✓ Masti se poslednje apsorbuju, jer im je potrebno najviše vremena da se razlože na sastavne masne kiseline. Zbog toga nakon masnih obroka duže osećate sitost nego kada pojedete knedle ili voćnu salatu koji sadrže mali procenat masti.
- ✓ Vitamini rastvorljivi u vodi apsorbuju se brže od vitamina koji se rastvaraju u mastima.



## Špijunka: prvi čovek koji je uhvatio ljudsku utrobu na delu

Doktor Vilijam Bomon je bio hirurg u američkoj vojsci početkom 19. veka. Čuven je zbog izvanredne avanture koja je počela 6. juna 1822. godine. Aleksis Sent Martin, osamnaestogodišnji Kanađanin francuskog porekla, trgovac krznima, ranjen je slučajno ispaljenim puščanim zrnom, koje mu je prošlo kroz leđa i stomak. Metak je napravio ranu koja je zalečena, ali ne i zatvorena.

Izgleda da Sent Martinova povreda nije ugrozila njegov optimizam: dve godine kasnije, kada su svi pokušaji da mu se zatvori rupa u crevima pali u vodu, dopustio je Bomonu da iskoristi ranu kao prvi prozor u aktivni sistem za varenje čoveka. (Bomon je do tada mali otvor previjao pamučnim zavojem da bi sprečio izlivanje hrane i tečnosti.)

Bomonov metoda je bila savršeno jednostavna. U podne, 1. avgusta 1825. godine, vezao je komadiće hrane (kuvano meso, sirovo meso, kupus, hleb) za svileni konac, skinuo zavoj i ubacio paketić s hranom u rupu u Sent Martinovom želucu.

Sat kasnije, izvukao je hranu. Kupus i hleb bili su polovično svareni, a meso netaknuto. Nakon još jednog sata, ponovo je izvukao konac. Sada je samo sirovo mesto ostalo potpuno nesvareno, a eksperiment je morao

privremeno da se prekine zbog toga što je Sent Martin osetio glavobolju i gasove u želucu. Ali u više od 230 narednih pokušaja, Bomon je – uz pomoć svog izvanredno uslužnog pacijenta – otkrio da iako su se ugljeni hidrati (kupus i hleb) svarili prilično brzo, želučanim sokovima je trebalo osam sati da svare proteine i masti (meso). Bomon je to pripisao činjenici da je kupus bio isečen na komadiće, a hleb rupičast. Današnji nutricionisti znaju da se ugljeni hidrati brže vare nego proteini, a da varenje masti (uključujući one iz mesa) traje najduže.

Bomon je iz Sent Martinovog želuca izvukao tečnosti koje su omogućavale varenje i, održavajući temperaturu od 37,8°C (koliko je izmerio stavljajući termometar u želudac), u njih je potopio komadić mesa: tako je uspeo da tačno izmeri vreme razlaganja mesa – 10 sati.

Bomon i Sent Martin su se rastali 1833. godine kada je pacijent, tada narednik u američkoj vojsci, dobio prekomandu i ostavio svog doktora da napiše rad „Eksperimenti i zapažanja o želučanim sokovima i fiziologija varenja“. Ta rasprava se danas smatra osnovom za razumevanje ljudskog sistema za varenje.

Kada ste svarili hranu i apsorbovali njene hranljive sastojke u tankom crevu:

- ✓ Amino-kiseline, šećeri, vitamin C, vitamini grupe B, gvožđe, kalcijum i magnezijum se raznose kroz krvotok do jetre, koja ih obrađuje i šalje do drugih delova vašeg tela.
- ✓ Masne kiseline, holesterol i vitamini A, D, E i K odlaze u limfni sistem, a potom u krv. I oni završavaju u jetri, koja ih dodatno obrađuje i šalje do drugih ćelija u telu.

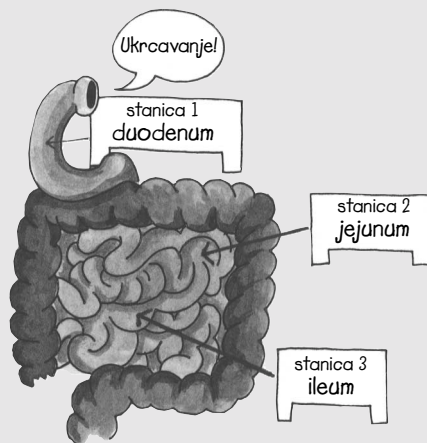


## Žvaći-hu-ći-hu-ćihuhu! Svi u ekspresni voz s hranljivim sastojcima!

Zamislite da je vaše tanko crevo aktivna železnička stanica u potpunom haosu zbog dolazaka i odlazaka. Međutim, u pitanju je efikasan, dobro organizovan sistem. (Molim vas, oprostite mi zbog ove užasne igre rečima u naslovu. Moj suprug – koji je nasledio talenat za takve stvari od majke – naterao me je da to napišem.)

Kao što rekoh, tanko crevo nalikuje minijaturnoj železničkoj stanici na tri nivoa.

- ✓ Nivo 1 je *duodenum* ili dvanaestopalačno crevo (na vrhu, odmah iza želuca)
- ✓ Nivo 2 je *jejunum* (u sredini)
- ✓ Nivo 3 je *ileum* (poslednji deo ispred debelog creva)



Tanko crevo

Ova trodelna cev stalno radi, jer hranljivi sastojci ne prestaju da dolaze i odlaze – milioni „vozova“ (hranljive materije) koji se kreću duž miliona „pruga“ (mikrosesice) napravljenih tako da se po njima može kretati samo jeda vrsta voza – i nijedna druga.

Sistem apsorbuje i šalje dalje hranljive sastojke iz više od 90 procenata svih unetih proteina, masti i ugljenih hidrata, kao i manji procenat vitamina i minerala. Red vožnje izgleda otprilike ovako:

Nivo 1	Dvanaestopalačno crevo	Gvožđe, kalcijum, magnezijum
Nivo 2	Jejunum	Prosti šećeri (proizvodi razlaganja ugljenih hidrata) i vitamini rastvorljivi u vodi (vitamin C i vitamini B – osim vitamina B12)
Nivo 3	Ileum	Amino-kiseline (krajnji proizvod varenja proteina), vitamini rastvorljivi u mastima (vitamin A, D, E i K), masne kiseline (rezultat varenja masti), holesterol, vitamin B12, natrijum, kalijum i alkohol





Unutar ćelija, hranljivi sastojci se u metaboličkim procesima sagorevaju i oslobađaju toplotu (energiju) ili iskorišćavaju za izgradnju novih tkiva. Metabolički proces koji oslobađa toplotu zove se *katabolizam* (od grčke reči *katabol*, što znači topiti). Metabolički proces koji koristi hranljive sastojke za izgradnju novih tkiva zove se *anabolizam* (od grčkog *anabole* – podizanje).

Kako se ova dva procesa odigravaju saznaćete u nekom drugom poglavlju. U stvari, ova tema je dovoljno opširna za sedam poglavlja, pri čemu bi svako bilo posvećeno posebnoj vrsti hranljivih sastojaka. Ako želite detaljnije da se informišete o sagorevanju proteina, okrenite poglavlje 6. Masti sam opisala u poglavlju 7, ugljene hidrate u poglavlju 8, alkohol u poglavlju 9, vitamine u poglavlju 10, minerale u poglavlju 11 i vodu u poglavlju 13.

## Debelo crevo

Pošto je svaki korisni, svarljivi sastojak (sem vode) isceden iz vaše hrane, ostatak – nesvarljivi otpaci kao što su vlakna – dospevaju u početni deo debelog creva koji je poznat kao *ulazno debelo crevo*. Osnovna funkcija ovog dela je da apsorbuje vodu iz pristigle mešavine i da ostatak sabije u kompaktnu gomilu koja se zove fekalija (izmet).

*Fekalija* (braon boje zbog preostale žuči) sastoji se od nesvarljivih materija iz hrane, ćelija s površine creva i bakterija. U stvari, 30 procenata fekalije čine bakterije. Ne, prisustvo tih bakterija ne znači da ste bolesni. One su prijateljski raspoloženi mikroorganizmi, stalni stanovnici debelog creva u kome:

- ✓ Proizvode vitamin B12, koji se apsorbuje kroz zid debelog creva.
- ✓ Proizvode vitamin K, koji se takođe apsorbuje kroz zid debelog creva.
- ✓ Razlažu amino-kiseline i proizvode azot (koji fekalijama daje karakterističan miris).
- ✓ Goste se nesvarljivim delovima ugljenih hidrata (vlaknima), oslobađajući gas zbog koga možete osetiti nadutost i doživeti neprijatnosti u društvu.

Kada bakterije završe posao, fekalije – mali ostaci jučerašnje obilne gozbe – plove dalje kroz ostatak debelog creva i izbacuju se kroz analni otvor.

Varenje je gotovo!

